

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année

THÈSE

N° 11

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

PAR

PERROT-DESNOIX, Michel

né le 1er Janvier 1932 - PARIS 17°

Présentée et soutenue publiquement le :

CONTRIBUTION FRANCAISE A LA MEDECINE AERONAUTIQUE

(des origines à nos jours)

Président : M. Léon Binet, Professeur

ÉDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-V°

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

Année

THÈSE

N°

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ÉTAT

PAR

PERROT-DESNOIX, Michel

né le 1er Janvier 1932 - PARIS 17°

Présentée et soutenue publiquement le :



CONTRIBUTION FRANCAISE A LA MEDECINE AERONAUTIQUE

(des origines à nos jours)

Président : M. Léon Binet, Professeur

ÉDITIONS A. G. E. M. P. — 8, RUE DANTE - PARIS-V°

THESE

DOCTORAT EN MÉDECINE

PERRON-BESNOIX, Michel

no 10 1982 - PARIS 12

LE 9 JANVIER 1982

CONTRIBUTION FRANÇAISE A LA MÉDECINE ASSURANT

(des chiffres 1 à 100)

Président : M. Jean Rieu, Professeur

MM. Bénard (H.), Brocq (P.), Bulliard (H.), Cadenat (F.), Chabrol (Et.), Champy (C.), Chevallier (P.), Debré (R.), Donzelot (E.), Gastinel (P.), Guillaïn (G.), Halphen (E.), Harvier (P.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Laubry (Ch.), Lemaître (F.), Lévy-Solal (E.), Lhermitte (J.), Lian (C.), Loeper (M.), Marion (G.), Mathieu (P.), Mocquot (P.), Mondor (H.), Monod (R.), Mulon (P.), Olivier (E.), Richet (Ch.), Strohl (A.), Tanon, (L.), Velter (E.).

DOYEN Léon BINET.

Membre de l'Institut

ASSESEUR Jean VERNE.

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	CORDIER (G.)
Anatomie pathologique	DELARUE (A.)
Anesthésiologie.	BAUMANN (J.)
Bactériologie.	FASQUELLE (R.)
Biochimie médicale.	JAYLE (M. F.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	CHAILLEY-BERT (P.)
Biologie médicale.	FAUVERT (R.)
Cancérologie médicale et sociale	BERNARD (J.)
Clinique carcinologique	REDON (H.)
Clinique de cardiologie	MOUQUIN (M.)
	SICARD (A.)
Cliniques chirurgicales	QUÉNU (J.)
	MÉNÉGAUX (G.)
	MOULONGUET (P.)
Clinique chirurgicale réparatrice et orthopédique	MERLE D'AUBIGNÉ (R.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire	de GAUDART-D'ALLAINES (F.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédie.	FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire.	MATHEY (J.)
Clinique génétique médicale	LAMY (M.)
Clinique gynécologique	FUNCK-BRENTANO (P.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques	DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants	CATHALA (J.)
Clinique des maladies infectieuses	MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale	DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques.	HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang	MARCHAL (G.)
Clinique des maladies du système nerveux	ALAJOUANINE (T.)
	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Cliniques médicales	DE GENNES (L.)
	MOREAU (R.)
	BARIÉTY (M.)
Clinique médicale d'hydro-climatologie thérapeutique	DEBRAY (C.)
Clinique médicale propédeutique	PASTEUR VALLERY-RADOT (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition	BOULIN (R.)
Clinique de neuro-chirurgie	PETIT-DUTAILLIS (D.)
	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales	VARANGOT (J.)
	LANTUEJOUL (P.)
Clinique ophtalmologique	RENARD (G.)
Clinique oto-rhino-laryngologique	AUBIN (A.)
Clinique de pédiatrie Sociale.	MARIE (J.)
Clinique de pneumo-phthisiologie	BERNARD (E.)
Clinique psychiatrique infantile	MICHAUX (L.)
Clinique de puériculture.	LELONG (M.)
Clinique rhumatologique médicale et sociale.	COSTE (F.)
Clinique stomatologique.	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale	SÉNÈQUE (J.)
Clinique thérapeutique médicale	LEMAIRE (A.)
Clinique urologique.	FEY (B.)
Electrophysiologie médicale (chaire à titre personnel)	DJDURNO (A.)
Embryologie.	GIROUD (A.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	SOULIÉ (P.)
Histologie.	VERNE (J.)
Hygiène et clinique de la première enfance	TURPIN (R.)
Hygiène et médecine préventive	JOANNON (C.)
Médecine légale	PIÉDELIEVRE (R.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Parasitologie	GALLIARD (H.)
Pathologie chirurgicale	COUVELAIRE (R.)
Pathologie exotique	LAVIER (G.)
Pathologie expérimentale et comparée.	LENÈGRE (J.)
Pathologie humorale et immunologie expérimentale (chaire à titre personnel).	MERKLEN (F.)
Pathologie médicale.	DECOURT (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	GARCIN (J.)
Pharmacologie et matière médicale.	CHEYMOL (E.)
Physiologie	BINET (L.)
Physique médicale	DOGNON (A.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)
Technique chirurgicale	PATEL (J.)
Thérapeutique.	BROUET (G.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE, PROFESSEURS AGRÉGÉS ET MAÎTRES DE CONFÉRENCES - AGRÉGÉS

MM.		MM.	
Anatomie	EFELMAS (A.), pr. s. ch.	Pathologie chirurgicale . . .	BARCAT (J.)
	CABROL (C.)		CAUCHOIX (J.)
	DEBEYRE (J.)		DUBOST (C.)
	OLIVIER (G.)		FAUREL (J.)
Anatomie pathologique . . .	GAUTHIER-VILLARS (Mlle P.)	Pathologie expérimentale . .	FLABEAU (F.)
	pr. s. ch.		GERMAIN (A.)
	BUSSE (F.)		GOSSET (J.)
Anesthésiologie	GOUYGOU (Ch.)		LAURENCE (G.)
Bactériologie	N... N...	Pathologie médicale	LORTAT-JACOB (J.)
	HAUDUROY (P.) pr. s. ch. (dét.)		OLIVIER (Cl.)
	NÉVOT (A.) pr. s. ch.		POILLEUX (F.)
	CHRISTOL (D.)		THOMERET (G.)
Biochimie médicale	TOURNIER (P.)	Pédiatrie	VERNE (J. M.)
	BARBIER (P.)		N... N...
	ETTORI (J.), pr. s. ch. (dét.)	Pharmacologie	LÉPER (J.)
	DESCREZ (P.), pr. s. ch.		MAURICE (P.)
Biologie médicale	POLONOVSKI (J.)		HAGUENAU (J.), pr. s. ch.
	SCHAPIRA (G.)		BOUDIN (G.)
Carcinologie	BOURLIÈRE (F.)	Physiologie	BOUVIER (J.B.)
Dermato-Syphiligraphie . . .	N... N...		BRICAIRE (H.)
Electro-Radiologie	DUPERRAT (B.)		BRISAUD (H.)
Embryologie	N... N...		CASTAIGNE (P.)
Hématologie	TUCHMANN-DUPLESSIS (H.)	Physique médicale	CONTE (M.)
Histologie	N... N...		DEROT (M.)
	COUJARD (R.) pr. s. ch.		DOMART (A.)
Hydrologie	N... N...		LAMOTTE (M.)
	CORNET (A.)	Urologie	LAROCHE (C.P.)
Hygiène	BOYER (J.), pr. s. ch.		MACREZ (Cl.)
	DEPARIS (M.), pr. s. ch.		MILLIEZ (P.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.)		PÉQUIGNOT (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.), pr. s. ch.		RAMBERT (F.)
	GAULTIER (M.)		ROYER (P.)
	HADENGUE (A.)		THIEFFRY (St.)
	ALBAHARY (C.)	Pharmacie	TURIAF (J.)
Médecine du travail	DAVID (M.)		WOLFROMM (R.)
Neuro-chirurgie	LHERMITTE (F.)		N... N...
Neurologie	GRASSET (J.)		JOSEPH (R.)
	LE LORIER (G.)	Pharmacologie	LOZZIGONACCI (P.)
	LEPAGE (F.)		POLONOVSKY (Cl.)
	MERGER (R.)		LEVY (Mlle J.), pr. s. ch.
Obstétrique	MORIN (P.)		N... N...
	RAVINA (J.)	Physiologie	BARJON (D.), pr. s. ch.
	ROBEY (M.)		PARROT (J.), pr. s. ch.
	BRÉGEAT (P.)		DEJOURS (P.)
Ophtalmologie	DESIGNES (P.)	Physique médicale	GOUGEROT (L.)
Orthopédie	JUDET (R.)		N... N...
Oto-rhino-laryngologie . . .	AUBRY (M.)		KREIS (B.)
	MADURO (R.)		PICHOT (P.)
Parasitologie	BRUMPT (L.C.), pr. s. ch.	Psychiatrie	N... N...
	CHABAUD (A.)		DELBARRE (F.)
Pathologie chirurgicale . . .	RUDLER (J.) Pr. s. ch. (dét.)		CERNÉA (P.)
	ABOLKER (P.)		CHAPUT (Mme A.)

III. — PROFESSEURS SANS CHAIRE ET AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE à titre permanent.

MM.		MM.	
Clinique chirurgicale	AMELINE (A.)	Clinique neurologique . . .	DE SÈZE (S.)
	HUGUIER (J.)		MAYER (M.)
	LÉGER (L.)		OFFRET (G.)
	PADOVANI (P.)		LAPLANE (R.)
Clinique médicale	ROUX (M.)	Clinique psychiatrique . . .	BARUK (H.)
	DREYFUS (Gilbert)		
Secrétaire général de la Faculté	KOURILSKY (R.)	M. MOREL (J.)	
Secrétaire		Mlle CHAINTREUIL (G.)	
Conservateur, chargé de la direction		M. le Docteur HAHN (A.)	
Conservateurs		Milles DUMAITRE (P.), GOICHON (A-M.)	
Bibliothécaires		Mme CONTET (J.), Milles LAURENT (H.),	
		LE NOIR (G.), QUIÉVREUX (E.)	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A ma mère

en modeste témoignage de reconnaissance pour sa vie dévouée
à notre éducation

A ma femme et à mon fils

A mon grand père

dont la bonté et l'amour de la recherche scientifique seront
toujours pour moi un exemple de vie.

A mon frère, sa femme et son fils

A mes beaux parents

A ma famille

A mes amis

A notre Président de thèse

Monsieur le doyen Léon BINET

Professeur de Physiologie à la Faculté de Médecine de Paris

Médecin des hôpitaux

Membre de l'Académie de Médecine

Membre de l'Académie des Sciences

Membre de l'Institut

Grand Officier de la Légion d'Honneur

qui nous a fait le très grand honneur
d'accepter la présidence de notre thèse.

En témoignage de notre profonde reconnaissance.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41556007_0010

Au Docteur M.V. STRUMZA

Officier de la Légion d'Honneur

Chargé de cours de Médecine aéronautique à la Faculté de Paris

qui par ses hautes connaissances m'a intéressé aux études de Médecine aéronautique et m'a guidé tout au long de cette thèse avec une bienveillance sans cesse renouvelée.

qu'il trouve ici le témoignage de ma profonde reconnaissance et de mon admiration.

Au Médecin Général BEYNE

Commandeur de la Légion d'Honneur
Directeur honoraire du laboratoire de l'Ecole des Hautes Etudes
Fondateur de la médecine aéronautique militaire

qui nous a aidé et documenté avec une courtoisie
que nous n'oublierons pas

qu'il trouve ici le témoignage de notre
respect et de notre reconnaissance.

Au Docteur GARSAX

Commandeur de la Légion d'Honneur
A.I.M.P.
Fondateur de la médecine aéronautique civile

qui nous a si aimablement conté les heures héroïques.

qu'il trouve ici le témoignage de
notre respect et de notre reconnaissance.

Au Médecin Général GRANDPIERRE

Grand Officier de la Légion d'Honneur
du C.E.R.M.A.

dont la connaissance si large des problèmes de la médecine
aéronautique d'hier et d'aujourd'hui nous a guidé dans l'élabo-
ration de cette thèse et qui nous a ouvert les portes du
C.E.R.M.A.

qu'il trouve ici l'assurance de ma pro-
fonde reconnaissance.

Au Commandant FOZAN et au Service de Documentation
du C.E.R.M.A. qu'il dirige,

dont l'aide et la bienveillance nous ont été particulièrement
précieuse.

A nos Maîtres de l'Hôpital du Havre

Le Docteur SIMON

Qui nous a initié si paternellement à la chirurgie
au cours des années précédentes.

Les Docteurs BLONDET et BAUDOUIN

Leur enseignement clinique dans leur service de Pédiatrie
sera toujours présent à notre esprit au cours de notre vie
professionnelle.

Le Docteur GAUBILLARD.

Témoignage de respect et de
reconnaissance.

A mes collègues de la salle de garde du Havre.

CONTRIBUTION FRANCAISE A LA MEDECINE AERONAUTIQUE

(des origines à nos jours)

INTRODUCTION

"L'historien a pour spéciale mission d'expliquer ce qui paraît miracle, de l'entourer des précédents, des circonstances qui l'amènent, de le ramener à la nature". Ainsi s'exprime Michelet dans la préface de son histoire de France. Que l'on nous pardonne de citer ce grand historien mais il s'agira ici de l'oeuvre des chercheurs français et lorsque l'on étudie la médecine aéronautique, ne semble-t-elle pas au premier regard, souvent presque miraculeuse ?

La médecine aéronautique est un très vaste domaine et notre simple but est d'essayer de montrer quelle a été la contribution de la France. Dans quels secteurs et par quels travaux originaux les médecins et physiologistes français ont, soit créé, soit consolidé cette science nouvelle.

Aujourd'hui où notre pays est souvent décrié, tant au dehors de nos frontières qu'au dedans où "l'amour de la réclame étrangère qui nous est habituel" sévit (comme pouvait déjà le dire Paul Bert), il semblait intéressant d'étudier la place qui nous revient à bon droit.

Il sera exposé comment certains savants comme Pascal, Lavoisier, Gay Lussac, Tissandier, par exemple, ont pu par leurs expériences de physique, leurs recherches en montagne ou leurs ascensions en ballon, être en quelque sorte des précurseurs.

Nous nous attacherons à la grande figure de Paul Bert qui, par la rigueur de son expérimentation et de son raisonnement au cours de sa vaste étude de la pression barométrique, est véritablement le "père" de la médecine aéronautique.

"Il a inauguré la période moderne de la physiologie aéronautique" peut dire John F. Fulton.

On parviendra alors, véritablement, après Paul Bert, aux grandes étapes qui ont conduit à l'organisation actuelle. L'influence de la guerre de 14-18 fut prédominante dans ce domaine, le développement de la machine poussant l'homme devant elle. Les avions commençant à atteindre 5.000 mètres, cette arme nouvelle se développant, soumettait les pilotes au mal de l'altitude et nécessitait un personnel plus nombreux, qualifié, entraîné surtout, physiologiquement apte à ce métier différent de tous ceux connus jusqu'alors.

Il sera examiné séparément chacun des domaines de la médecine aéronautique. Le domaine physiologique d'abord ; l'aviateur n'a pu s'exposer aux méfaits de l'altitude que lorsqu'une connaissance suffisante lui a permis de s'en protéger. Et l'on devine qu'il fallait étudier l'influence de la dépression barométrique sur la respiration, la circulation, le sang, le système neuromusculaire, le rein, le tube digestif et les glandes endocrines. Ce sont tous les effets de l'anoxie, principalement.

Pour les hautes altitudes également il fallait étudier les effets physico-mécaniques, tels que l'expansion des gaz des cavités creuses, le dégagement des gaz du sang suivant les lois physiques ou aéroembolisme, le froid, les rayons cosmiques.

L'avion d'autre part apportait ses propres nuisances, la vitesse, et les accélérations et décélérations qui en sont le corollaire, les vibrations que ce soient les trépidations, les bruits ou même les ultra-sons.

La navigation aérienne qui place l'homme dans des conditions de vie anormale créait également, résultante de tout ceci, une pathologie que l'on a résumé par le terme de "mal de l'air".

Par ailleurs, des accidents en vol, tel que le dégagement de gaz d'échappement dans la carlingue, la rupture d'un extincteur, ou, sur les terrains, par la nouvelle industrie qu'était l'aéronautique, créaient une pathologie professionnelle.

Ce nouveau moyen de communication à longue distance avec la possibilité de transport de maladies épidémiques nécessitait des mesures spéciales d'hygiène et des conventions internationales.

Il conviendra enfin de préciser la contribution française à deux domaines très importants.

Nous avons déjà dit que la navigation aérienne plaçait l'homme dans des conditions spéciales, aussi fallait-il (et ce fut un impératif très précoce) sélectionner le personnel navigant.

Il fallait aussi le protéger. Les inventions humaines sont semblables à celles de l'apprenti-sorcier, et c'était au médecin d'étudier les moyens de le sauver : protection contre l'anoxie et la dépression par des procédés de plus en plus difficiles, de l'inhalation d'oxygène à laquelle avait pensé Paul Bert, aux cabines pressurisées, protection contre la rupture de sa machine, du parachute aux cabines larguables (avec en plus tous les dangers de ces moyens de sauvetage).

NOTE - Contrairement au libellé du manuscrit où l'auteur avait inscrit les pourcentages comme ils doivent l'être en cette matière " p. 100 ", l'opérateur qui a fait la composition a usé parfois de l'abréviation :%. On rectifiera là où la correction nous aurait échappé.



L é g e n d e

L'"homme volant" tel qu'on l'imaginait
au XVIIIème siècle.

APERCU HISTORIQUE

Avant d'étudier ces rubriques, il importe pour mieux comprendre le développement de cette contribution française, pour mieux embrasser en un regard cette oeuvre dont l'histoire est relativement courte, d'indiquer rapidement les dates essentielles et de préciser les principaux lieux où cette recherche française, civile et militaire se fit.

PENDANT LA GUERRE 14-18

- Le 8 Novembre 1917, est créé par Nepper et Camus, le Centre d'examen de Paris" au Grand Palais où ils firent des recherches et commencèrent une sélection du personnel navigant.
- En 1918, le P. Garsaux met au point le premier inhalateur à oxygène, à réglage automatique et crée pour ce faire le laboratoire de Saint-Cyr avec son caisson d'expérimentation et la première centrifugeuse existante. En 1918 également est créé un centre d'examen médical à Longvic-les-Dijon qui cesse de fonctionner à l'armistice.

APRES LA GUERRE

- En 1919, le 24 Octobre s'ouvre square du Trocadéro "un centre d'examen médical du personnel navigant" à la fois civil et militaire (Garsaux, Mathieu de Fossey).

Ce centre sera transféré ensuite au Bourget et affecté en 1920 exclusivement à l'aviation civile. A ce centre est annexé un laboratoire de recherches physiologiques où travaillent les docteurs Garsaux, Béhagne, A. Cantonnet, Robert Foy, Charles Richet Fils (recherches sur les inhalations

d'oxygène, les cabines étanches, les troubles physiologiques, avec le premier double caisson).

- En 1921 est créé l'aéronautique militaire avec les neuf premiers centres d'examen médical du personnel navigant (portés à 24 en 1924) et le laboratoire d'étude médico-physiologique de l'aéronautique militaire du médecin-major de première classe Boyne. En 1936 ce laboratoire sera confié au Médecin Commandant Bergeret. Worms, Goett, Gautrolet, Halpern, Giordan, Placidi, Gougerot, Strumza, y travailleront (recherches sur le réglage des inhalateurs, la vision diurne, nocturne, stéréoscopique, les intoxications par C.O., les casques, les cabines étanches).

- Mais les recherches seront faites également dans les laboratoires de physiologie des facultés de médecine. A Paris principalement avec Léon Binet et M. Strumza (travaux très importants sur l'anoxie).

A Lyon avec Hermann et Jourdan, à Nancy avec Grandpierre et Franck d'une part et Cordier d'autre part.

- En 1938 l'Université crée, dans le domaine de l'Ecole pratique des Hautes Etudes, le laboratoire de physiologie appliquée à l'aéronautique et y nomme le Médecin Général Beyne.

Enfin, il ne faut pas omettre de citer les études faites en haute montagne dans les laboratoires d'altitude du Mont-Blanc (pas en France, pas d'études par des Français à cette époque).

- En 1935 Beyne crée le premier cours d'instruction des médecins de l'armée de l'air.

A LA GUERRE DE 1939 est créée la direction des recherches médico-physiologiques préparée depuis plusieurs années par le Docteur Beyne près de Bordeaux, et comprend de nombreux professeurs de facultés. Ce laboratoire reste en relation avec les unités de combat. Des recherches de physiologie sur l'anoxémie et les accélérations, les intoxications, l'hygiène, y sont faites. Tout est interrompu à l'armistice de 1940. Les recherches sont continuées ensuite dans tous les laboratoires :

- à Toulouse avec Grandpierre et Franck
- à Bordeaux avec Fabre et Rougier

Lyon et Paris bien entendu continuent leurs travaux.

En outre, le professeur Malmejac, titulaire de la chaire de physiologie d'Alger poursuit ses recherches.

APRES LA LIBERATION est créé, sous la direction du Médecin-Lieutenant-Colonel Grandpierre, un très grand laboratoire militaire ; c'est le centre d'étude de biologie aéronautique devenu en 1955 le centre d'enseignement et de recherche de médecine aéronautique (C E R M A).

La sélection du personnel navigant est désormais unique pour l'aviation civile et militaire.

A Paris, est créé un certificat de médecine aéronautique en 1947 (chargé de cours Dr Strumza) destiné à former les médecins d'aéro-clubs, ainsi qu'à Alger (Malméjac). Avant, Paris, Nancy (avec Grandpierre) avaient fondé également cet enseignement universitaire le 26 Février 1946.

Ces laboratoires de plus en plus nombreux et bien équipés, ces chercheurs qui s'attachent les uns après les autres à cette médecine nouvelle montrent bien l'intérêt que la France porte à l'aéronautique.

Plus la machine s'éloignait de l'humain, plus les recherches devaient être nombreuses pour permettre à l'homme d'aller toujours plus haut, toujours plus vite, les progrès scientifiques ayant, suivant l'expression de Paul Morand, "rétréci le monde".

Il convient de se souvenir en étudiant maintenant chaque domaine que c'est en 1903 que les frères Wright réussirent à faire voler le "plus lourd que l'air", qu'en 1928 les 500 km/heure et les 12.000 mètres étaient dépassés et qu'aujourd'hui le problème qui se pose n'est plus le mur du son mais le mur thermique. L'homme ira bientôt au-delà de la stratosphère.



L é g e n d e

19 Septembre 1783 - Lancement dans la cour du château de Versailles d'une Montgolfière de 41 pieds, contenant un mouton, un coq et un canard. Première expérience de physiologie aéronautique.

LES PRECURSEURS JUSQU'A PAUL BERT

Si l'on veut remonter assez loin, il convient de citer quelques grands physiciens français qui firent des travaux intéressant de près notre sujet.

PASCAL, en 1663, constate qu'une colonne de mercure dans un tube de verre montait sous l'influence de la pression atmosphérique. Ayant fait ses propres expériences à la Tour Saint-Jacques à Paris , il écrivit à son demi-frère au Puy-de-Dôme qui fit, lui, l'expérience avec du vin rouge dans une colonne et un ballon. Il avait découvert ainsi la pression atmosphérique et écrivit son traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air.

Ne pas omettre aussi l'Abbé de MARIOTTE. On lui doit la loi de la dilatation des gaz . Et l'on sait le problème important posé en aéronautique par la dilatation des gaz enclos dans les cavités closes de l'organisme.

LAVOISIER, enfin, fit les premières expériences de confinement en physiologie, découvrant la présence de l'oxygène dans l'air.

Au XVIIIème siècle survient un très grand événement: l'invention des frères MONTGOLFIER. L'aérostation libre et dirigeable est française de MONTGOLFIER et FILATRE du ROSIER à CHARLES RENARD.

Un an après, le 19 septembre 1783, MONTGOLFIER fit partir de la cour du château de Versailles, un ballon de 41 pieds de diamètre. A la demande du physicien CHARLES on plaça sous le ballon un panier contenant un mouton, un coq et un canard. Le ballon se déchira rapidement et l'on retrouva à Vaucresson les animaux intacts.

Il y a là une véritable expérience de physiologie préface de tant d'autres , base d'étude de toute la médecine aéronautique. C'est grâce à elle que, un mois

plus tard, FILATURE du ROSIER et le Marquis d'ARLAND, le 15 Octobre 1788, s'élevaient pour la première fois au monde en Montgolfière captive

Le XIX^e siècle, siècle de la création des grandes techniques verra éclore les premiers travaux de médecins et physiologistes, tant au cours d'ascensions en ballon qu'au cours d'ascensions en montagne ; c'est le fameux mal des montagnes si mystérieux (décrit pour la première fois par ACOSTA, jésuite espagnol du XVI^e siècle au cours d'un voyage en Amérique du Sud) ou "mal en ballon" ainsi nommé par GAY-LUSSAC.

Ce furent les voyageurs qui les premiers au cours d'expéditions en région montagneuse racontèrent dans leurs récits extrêmement détaillés les impressions qu'ils ressentaient, JACQUEMONT, grand voyageur, connaissait bien l'Himalaya et y avait vécu en 1830. Il disait ne pas ressentir de troubles particuliers si ce n'est parfois une difficulté à l'effort physique, mais c'est, dit-il, "parce que je vis depuis plusieurs mois à des altitudes de 3 à 5.000 mètres et que lorsque je vais plus haut, je suis entraîné".

Peu après, le baron genevois BENEDICT de SAUSSURE qui fait la première ascension, le Docteur LE PILEUR, en 1.845 note ses réactions et celles de son guide au Mont-Blanc. Il faut lire les relations de cette époque pour apprécier le style châtié, élégant et la scrupuleuse description de chacun de leurs gestes et de leurs sensations. Vers quatre mille mètres il note une sensation nauséuse, comme le mal de mer, une tendance très marquée pour le sommeil, une accélération du pouls, des palpitations, un dégoût pour les aliments lorsqu'ils veulent se restaurer, une difficulté pour tout travail musculaire, des urines rares et foncées et même une hématurie. Il précise que l'ivresse rend sensible à la raréfaction de l'air ; son guide qu'il avait reconnu en état d'ivresse au départ faisait un malaise à 4.450 mètres alors que lui-même n'éprouvait encore aucune gêne.

Le Docteur LORTET également au cours de deux ascensions au Mont-Blanc en 1869 note la tendance au sommeil, l'accélération du pouls (pris après un repos suffisant), de la pâleur, une certaine lourdeur de tête. Il prend même des tracés du pouls avec l'anapnographie de BERGEON et KOSTUG qui donne des tracés presque plats au sommet du Mont-Blanc.

Toujours, au cours de l'ascension de cette même montagne en 1874, TISSANDIER, aéronaute expérimenté, lui, ne ressentira pas de grands troubles.

JOURDANET, enfin, fait des travaux très intéressants en Amérique du Sud et une étude sur les habitants de ces montagnes, leur constitution physique et leur sang ; il note également pour lui-même, au début, les mêmes troubles de mal de l'altitude.

LA HARPE, enfin, étudiera à la fin du siècle le climat d'altitude.

Mais, d'autre part, très tôt, au début du siècle les Français enthousiasmés par le ballon, firent de nombreuses ascensions au cours desquelles ils atteignirent vite de hautes altitudes. Ils firent des recherches tant physiques que physiologiques. Terrain d'expérience qui nous intéresse, l'homme étant sans efforts emporté avec une grande rapidité.

Le physicien CHARLES parlera d'une vive douleur à l'oreille.

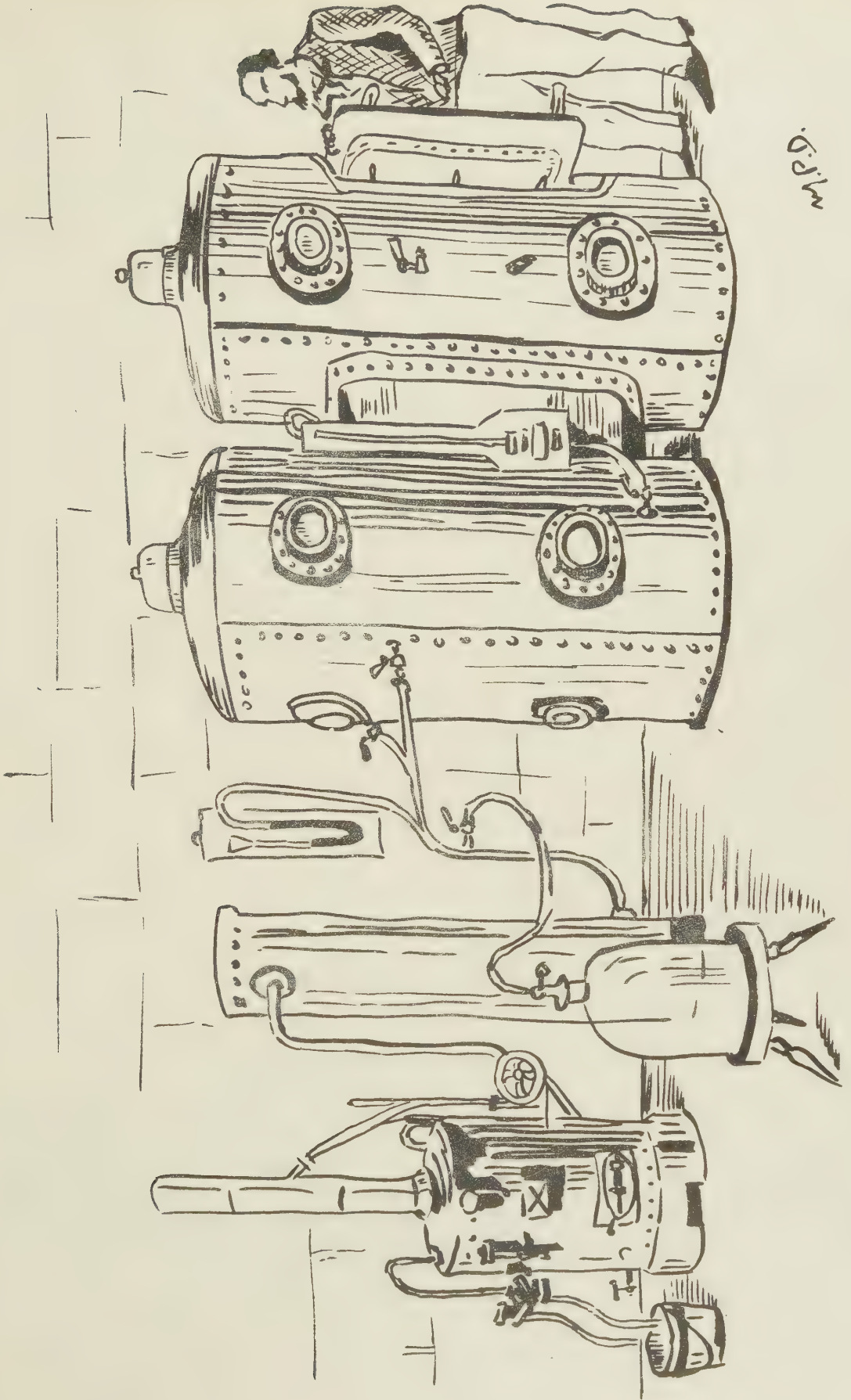
Un autre Français ROBERT dit ROBERTSON, le 18 Juillet 1.803 fit une ascension à haute altitude. Il relate que son compagnon "avait ainsi que moi toutes les veines gonflées, les yeux saignants, toutes les veines étaient arrondies et se dessinaient en relief sur mes mains ", la tendance au sommeil est très forte. Ils avaient atteint à peu près la même altitude que un an plus tard GAY-LUSSAC et BIOT qui montèrent jusqu'à environ 7.000 mètres. Ils étaient chargés par l'institut d'une mission scientifique et emportèrent des animaux . Ils remarquèrent surtout une accélération du pouls et quelques troubles d'altitude et leur relation, très célèbre, fut longtemps commentée à Paris.

EN 1869, Hyppolyte LARREY, médecin militaire, dressait devant l'académie de médecine un plan de travail pour un jeune interne TARDIEU qui devait faire une ascension sur le " pôle nord ".

CROCE-SPINELLI et SILVEL en 1874 donnent également des renseignements; nous reparlerons d'eux avec Paul BERT car ils travaillèrent avec lui à son laboratoire avant la fameuse ascension avec TISSANDIER sur le " Zénith " où ils devaient périr. TISSANDIER, lui, fait également de nombreuses montées et fait des dosages des gaz et du sang.

A titre documentaire on peut citer la thèse de LEULIER-DUCHE étudiant de Montpellier " de aerostratum usu medicina applicanda ". Avec un enthousiasme de jeune et d'homme du midi, à la suite d'ascensions, il pensa utiliser le ballon comme thérapeutique. " L'effet sera triple dit-il, mouvement, froid, changement de l'air " et il le conseille contre les fièvres intermittentes pestilentielles, les plaies indolentes, la chlorose des jeunes filles et les dépressions nerveuses. L'esprit étudiant est de tous les temps.

D. J. M.



L é g e n d e

Le caisson d'expérimentation de Paul BERT avec un grand cylindre dans lequel était fait le vide permettant une décompression immédiate dans la cloche de verre et plus rapide dans les deux grandes chambres. Ces deux grandes chambres pouvaient être mises en communication à volonté.

P A U L B E R T

La grande figure française de Paul BERT mérite une place particulière ici. Aux yeux du monde aéronautique entier, il est le précurseur génial, le chef de ligne de tous les spécialistes d'hier et d'aujourd'hui.

" La pression barométrique, recherches de physiologie expérimentale " est un gros livre de 1.200 pages aux feuillets un peu jaunis, mais si vivant si bien écrit, si perspicace, que le lecteur du milieu du vingtième siècle le lit avec un intérêt sincère, et regrette un peu que la science actuelle ne puisse plus être que "vulgarisée" ou réservée aux initiés.

Paul BERT étudie d'abord les troubles du mal des montagnes, des aéronautes à plus de 4.000 mètres, des plongeurs.

L'ouvrage commence par une géographie très documentée des montagnes du monde entier puis par les observations faites par les voyageurs du XVIIIème et du XIXème sur le mal des montagnes. Il en reprend de façon très détaillée tous les signes qui se résument, en gros, aux nausées, aux troubles respiratoires (respiration plus courte et plus rapide), circulatoires (pouls plus rapide) et intellectuels. Il fait le point des théories avancées : exhalaisons pestilentielles, influence de l'électricité, baisse de l'oxygène, sortie des gaz du sang, dilatation des gaz intestinaux, excès d'acide carbonique dans le sang.

Il étudie ensuite les troubles donnés par les hautes pressions, qu'il s'agisse des ouvriers travaillant en cloche à plongeurs ou en scaphandres, et surtout ceux donnés par les décompressions brusques après compression (ce que l'on appelle aujourd'hui maladie des caissons).

Paul BERT émet alors son hypothèse qu'il va démontrer de façon magistrale: il pense que la cause majeure de toutes ces manifestations tient au taux des gaz du sang.

Son expérimentation, faite avec une technique rigoureuse, porte sur de très nombreux cas dont il tire des conclusions statistiques. Expériences sur les oiseaux d'abord, puis sur les mammifères. Expériences de confinement, expériences en pression diminuée sous cloche de verre ou en caisson. On connaît le fameux caisson de Paul BERT que l'on peut voir aujourd'hui au C.E.R.M.A., boulevard Victor, caisson à deux chambres qu'il avait fait spécialement construire pour son laboratoire. Il existait en effet des caissons de taille assez vaste, mais de faible puissance, que l'on utilisait à l'époque sur le plan thérapeutique, mais qui ne pouvaient faire une dépression assez forte. Il inventa un dispositif très ingénieux pour doser de l'extérieur des échantillons de sang prélevés sur un animal à l'intérieur du caisson, à diverses altitudes.

Il prouve ainsi que les troubles de la diminution de pression atmosphérique sont dus à l'anoxie, c'est-à-dire à la diminution de la tension partielle d'oxygène dans le sang : "la tension d'oxygène est tout" dit-il. Il en déduit l'utilisation préventive et thérapeutique des inhalations d'oxygène et en expérimente les effets sur le moineau puis sur lui-même, en caisson, de nombreuses fois. Il remarque, chaque fois qu'il respire de l'oxygène dans le ballon qu'il a près de lui, une sensation de bien être, une récupération de ses forces, un ralentissement immédiat de son pouls, un arrêt des malaises qu'il ressent à 6 ou 7.000 mètres.

L'expérience sera faite également par CROCE-SPINELLI et CIVEL, ensemble dans le caisson, qui notant toutes leurs impressions au cours de la compression et utilisent l'oxygène. C'est à la suite de cette expérience qu'ils feront une ascension en ballon à 7.800 mètres, le 22 Mars 1874. Lors de l'ascension sur le Zénith le 15 Avril 1875 avec TISSANDIER, ils emmenèrent bien des ballons d'oxygène reliés à un flacon laveur dans lequel ils respiraient, mais n'ayant emmené que 150 litres, et Paul BERT, absent de Paris à ce moment, leur ayant écrit que la quantité emportée était suffisante, ils prirent la funeste décision d'économiser cette provision au maximum. On sait qu'étant monté à deux reprises à 8.800 mètres les deux premiers aéronautes périrent. TISSANDIER raconta ensuite que lorsqu'ils voulurent respi-

rer l'oxygène salvateur ils étaient paralysés par l'anoxie et ne purent faire l'effort nécessaire pour saisir l'embouchure des flacons.

Paul BERT à la fin de son livre donne l'explication des troubles " du mal en ballon " en expliquant que le sang s'appauvrit en oxygène et qu'à 8.000 mètres par exemple la moitié de l'oxygène artériel est parti. D'autre part, plus la pression est basse, moins l'organisme peut en absorber dit-il. Il indique la phase de compensation faite par l'augmentation de l'amplitude et de la fréquence respiratoire et par l'augmentation du débit cardiaque, puis la phase de décompensation avec diminution de l'amplitude respiratoire et augmentation de la fréquence. Il parle enfin de la phase de lutte ou de déroute terminale. Il insiste sur le rôle, également très marqué, renforçant l'anoxie, de la fatigue musculaire et du froid.

Paul BERT a également parlé :

- de l'action toxique de l'oxygène à forte pression et l'on sait l'importance de ce problème actuel,
- de l'action toxique du gaz carbonique,
- de la polyglobulie de l'altitude,
- de l'aéroambolisme, en disant que tout devait se borner à un dégagement des bulles d'azote dans les tissus.

Ainsi est affirmée l'importance capitale de cette oeuvre, la théorie de l'anoxie (à laquelle s'est opposée plus tard celle de l'acapnie du savant italien MOSSO) restant seule valable aujourd'hui, et les inhalations d'oxygène la protection majeure.

PHYSIO-PATHOLOGIE LIEE A L'ALTITUDE

RESPIRATION

La physiopathologie respiratoire, a comme nous l'avons vu, été très bien observée déjà par Paul BERT qui indiquait trois phases de réactions successives: phase de compensation complète, phase de décompensation, phase de déroute au fur et à mesure de la diminution de la pression.

HALLION et TISSOT en 1901 firent les premières recherches expérimentales sur le ballon "Eros" jusqu'à 3.500 mètres. Ils remarquèrent que le débit respiratoire réel s'abaisse lorsqu'on s'élève, l'oxygène respiré augmente pour maintenir le taux des gaz du sang, enfin le gaz carbonique expiré ne change pas jusqu'à 3.500 mètres. Ils n'étudièrent donc qu'une première phase. JACQUET, cette année là, étudiait les mêmes phénomènes en montagne.

TISSOT expérimentait ensuite sur le chien et sur l'homme (jusqu'en 1910). Il trouva que, (quand la pression de l'oxygène inspiré baissait de 11 à 4 p. cent) la ventilation pulmonaire compensait par une augmentation du débit respiratoire, et que de 5 1/2 à 3 p. cent, la quantité d'oxygène fixée baissait rapidement, alors qu'elle avait augmenté jusque là. Il montre que l'organisme réagit bien jusqu'à 7.500 mètres, c'est-à-dire jusqu'à une tension d'oxygène de 8 p. cent sous la pression à 760.

GUILLEMARD et MOOG en 1910 expérimentent sur des cobayes à l'observatoire Vallot et à Paris, sous des pressions variables. Frappés par l'oligurie et l'exagération de l'élimination des déchets azotés, ils démontrèrent qu'ils ne viennent pas d'une exagération de la déshydratation pulmonaire ou cutanée, mais probablement d'une vasoconstriction. Ils montrent également qu'à 6.400 mètres

l'organisme compense de façon satisfaisante, le débit respiratoire réel restant sans changement. Ce sont eux qui furent les tenants de la théorie toxémique du mal des montagnes.

GARGAUX, BEHAGUE et RICHET fils en 1937 donnent les résultats de leurs expériences faites au Bourget et en caisson sur des animaux. Ils décrivent dans un compte rendu une polypnée de défense à 8.000 mètres à laquelle succède une oligopnée de fatigue (la fréquence respiratoire diminuait jusqu'au dessous de la normale), enfin une anisopnée, respiration irrégulière d'origine bulbaire probable, précédait la mort. Ils montrent que l'effort augmente l'oligopnée.

J. BEYNE, J. GAUTRELET et N. HALPERN en 1933 démontrent que le chien privé de sinus carotidiens ne s'adapte plus par hyperventilation à l'altitude et meurt vers 3.500-4.000 mètres. C'est donc par voie réflexe sinusienne que l'anoxémie stimule le centre respiratoire.

L. CHEVILLARD et A. MAYER, étudiant en 1935 l'influence de la tension d'oxygène contenu dans l'air inspiré sur les échanges gazeux de la souris, constatent que la diminution de cet oxygène diminue les échanges gazeux. CORDIER D. et MAYER de nouveau arrivent aux mêmes conclusions.

Léon BINET et M.V. STRUMZA étudient en 1937-38 la respiration en anoxie par la méthode des mélanges gazeux et précisent la phase de compensation complète, la phase de décompensation, l'apnée primaire anoxique, la reprise spontanée de la respiration, puis l'apnée secondaire anoxique. Ils montrent en même temps l'action dépressive de la morphine et des anesthésiques sur la respiration.

En 1938, D. CORDIER et J. FRANCAIS étudient les modifications respiratoires du sang asphyxique et montrent le rôle joué par l'acidification du sang d'une part et de l'autre par la présence de globules rouges d'origine splénique qui ont moins d'affinité pour l'oxygène.

M. HERMANN et F. JOUEDAN en 1942 constatent la polypnée de 1.000 mètres à 12.000 à 14.000 mètres où se produit l'arrêt respiratoire. Ils démontrent que l'on sauve les sujets si l'on recomprime pendant l'apnée primaire ou aux premières reprises spontanées.

HERMANN, BAILLY et MISSENARD, en 1943 publient que l'anoxémie aiguë réalise une dissociation complète entre l'automatisme et la réflectivité des centres respiratoires. Quand l'anoxémie est forte ils sont inexcitables.

D. CORDIER et G. CORDIER reprenant la question en 1948 disent que des tensions d'oxygène variant de 100 à 134 p.cent ne modifient pas l'excitabilité du centre respiratoire à l'égard de concentrations de gaz carbonique de 0 à 6 %. Au-dessus de 6 %, l'hyperoxie augmente l'excitabilité du centre respiratoire. Le manque d'oxygène modéré, enfin, n'agit pas sur le centre respiratoire.

On voit l'importance de tous ces travaux en médecine aéronautique ainsi que d'autres domaines de la pathologie médico-chirurgicale.

CIRCULATION

Les premières observations ont été obligatoirement faites sur la circulation, la prise du pouls étant l'examen le plus simple et le plus évident que l'on puisse faire, ou faire faire en presque toutes circonstances.

La première publication est de ROULIN qui, en 1826 publie dans le journal de physiologie expérimentale une communication sur la vitesse du pouls à différents degrés de pression atmosphérique et de température.

MERMOD (1874), MERCIER (1894) ainsi que LAPICQUE étudient l'influence de l'altitude sur le pouls.

En 1910, CRUCHET et MOULINIER sont les premiers à prendre la tension des aviateurs.

Au lendemain de la guerre de 1914-1918 sont publiés les résultats observés par JOSUE, par VILLEMIN, par GARSAUX et MATHIEU de FOSSEY, résultats irréguliers.

Intéressant est le travail fait par G. ETIENNE et G. LAMY qui, étudiant les orthodiagrammes d'une trentaine de jeunes aviateurs, découvrent :

- que le diamètre de leurs coeurs est plus élevé que chez des sujets normaux

- que le diamètre cardiaque est plus grand chez les aviateurs volant plus haut (chasse-bombardement) que chez ceux volant plus bas (observateurs).

Il faut attendre l'ensemble des études expérimentales de J. BEYNE, aidé de CAUTRELET et de HALPERN pour que soit éclaircie la question controversée de la pression artérielle au cours du vol. Une série de mesures, tant en caisson qu'au bord d'avions, leur permet de montrer que les réactions cardio-vasculaires de type hypertensif sont à peu près constantes chez l'aviateur et que d'autre part ces réactions sont fonction, bien moins de l'altitude atteinte, que de la vitesse des dénivellations.

J. BEYNE détermine en 1942 que cette hypertension est d'origine cardiaque et correspond à une augmentation du débit cardiaque donné par un surcroît d'effort du cœur (réaction d'adaptation).

Ces expériences faites sur le chien ont été reprises par lui (1943) sur l'homme. Il arrive aux mêmes conclusions : c'est-à-dire qu'en dépression suffisamment rapide la réaction hypertensive artérielle peut apparaître pour des tensions d'oxygène correspondant à 1.200 mètres en dépression, alors qu'en pression normale elle ne se produit que pour des abaissements de tension d'oxygène beaucoup plus forts.

Avec l'avènement de la technique électrocardiographique, nous verrons des études françaises faites par J. CLUZET et A. PIERY, P. PONTUS et MILHAUD et par Léon BINET, M.V. STRUMZA et J.M. ORDONEZ dans un compte rendu faisant autorité.

Ils montrent principalement l'inversion de T à 8.000 mètres, à 15.000, anomalies multiples : P étendu et étalé, R diminué T augmenté et positif. Pendant l'apnée, après 5 minutes à 14.000 mètres P disparaît : bradycardie de type nodal. Au retour à atmosphère normale : tachycardie sinusale.

LEONARD et GIORLAN (1937) vérifient l'augmentation de la pression veineuse périphérique en dépression.

En 1937 également Léon BINET, R. CACHERA, R. FAUVERT et M. V. STRUMZA étudient la circulation cérébrale et l'anoxie.

L'anoxémie entraîne une vasodilatation des artérioles de la pie-mère chez

le chien. Dans les fortes anoxémies une courte phase initiale de vasoconstriction, précède la dilatation artériolaire. Le degré minimum d'anoxémie agissant est 6.000 mètres. Cette vasodilatation cérébrale se produit en même temps qu'une diminution de volume de la rate et du rein et qu'une évolution de la pression artérielle et veineuse. Ils avaient découvert ce magnifique système de défense de l'organisme qui sacrifie certains territoires pour irriguer par ces artéριοles privilégiées les régions les plus nobles.

DUCUET a photographié les artéριοles rétiniennees chez l'homme et a retrouvé la réaction de la dilatation à l'hypoxie.

En 1947, F. FLAS, L. TABUSSE et A. MISSENARD étudient le coeur pathologique : ce dernier est fixe et indifférent à l'altitude, ne pouvant s'adapter , et l'on voit les conséquences qui en découlent, sur le plan du personnel navigant comme sur celui du passager.

R. GRANDPIERRE, C. FRANCK et H. LEMAIRE examinent l'année suivante les perturbations de l'anoxémie hypocapnique sur les mécanismes vaso-moteurs mis en jeu par l'injection d'adrénaline.

Léon BINET, M. BURNSTEIN et R. LEMAIRE découvrent la vasodilatation d'origine nerveuse survenant à l'interruption de l'anoxie chez le chien.

A Alger, MALMEJAC, CHARDON et GROSS affirment l'excitation directe centrale des centres vaso-moteurs par la sous-oxygénation. Cette influence dilatatrice directe étant masquée par l'action dilatatrice périphérique quand l'anoxie est trop forte. Ils font ainsi faire un pas de plus dans la compréhension du mécanisme des réactions cardio-vasculaires.

Enfin, récemment, avec l'étude de plus en plus précise des cabines pressurisées, R. GRANDPIERRE, C. FRANCK et F. VIOLETTE montrent que les variations rapides de pression intra-pulmonaire entraînent un ralentissement cardiaque d'origine réflexe et des modifications tensionnelles : hypertension suivie d'hypotension avec grandes oscillations entre les deux.

Nous ne pouvons clore ce chapitre sans parler des travaux récents de M. V. STRUMZA (qui touchent cependant notre sujet) sur la réanimation après anoxie. L'exploration électrocardiographique avait été faite en 1952 avec Léon BINET et M.V. STRUMZA précise la technique d'oxygénation du massage du coeur à

thorax ouvert principalement et la pratique de la défibrillation soit électrique par un défibrillateur, soit chimique par les sels de Potassium lorsque le coeur est reparti.

SANG

De très nombreuses découvertes françaises ont été faites dans l'étude du sang chez des sujets soumis à l'altitude. Nous les verrons successivement en étudiant les différentes composantes, que ce soit le nombre des hémties, le taux des gaz du sang, celui des glucides ou des protides circulant et enfin les composés chimiques..

Paul BERT avait pressenti le rôle de la polyglobulie dans l'adaptation de la sous oxygénation et son hypothèse fut vérifiée : les chamois ont un nombre élevé de globules rouges dans le sang circulant.

Très tôt, en 1890, VIAULT en examinant les habitants des hauts plateaux de l'Amérique du Sud publia dans les comptes rendus de la Société de Biologie un mémoire relatant que l'altitude était la cause d'une polyglobulie, hématies plus nombreuses et plus petites.

Beaucoup de ses contemporains furent intéressés par ce problème et de très nombreux travaux furent faits, les uns soutenant l'hypothèse de VIAULT, les autres la réfutant, comme LAFICQUE.

Il s'agit pour les premiers de J. GALLOT, célèbre par le laboratoire d'altitude qu'il créa, J. GAULE qui prélève des échantillons en ballon, A. HENOCQUE connu surtout par son hémoglobinomètre, L. AMBARD et E. BEAUJARD qui croient que l'hyperglobulie est due au froid, M. GUILLEMARD, R. BAYEUX font pour la première fois, le 20 Août 1904, une numération des hématies au sommet du Mont-Blanc.

VAQUEZ et QUISERNE avec beaucoup de perspicacité envisagent le rôle de la rate dans la polyglobulie des altitudes. Mais ce sera Léon BINET, étudiant les relations de la rate avec la fonction respiratoire qui, par de nombreux tra-

vaux avec A. STROHL, B. FOURNIER et L. PERLES montrera en 1926 et 1927 le rôle de la rate dans la polyglobulie asphyxique. Dans la dépression barométrique il y a spleno-contraction, spleno-contraction qui mobilise les globules contenus dans la rate : c'est le facteur primordial de la réaction de l'organisme qui lance dans la circulation ses réserves de globules pour faire face rapidement à l'asphyxie.

En 1939, M. PIERY, M. et Mme ENCELME et M.C. PESCHARA vérifieront à Lyon et à la Jungfrau (en faisant leurs expériences dans les mêmes conditions) les idées de Viault. Ils notent en effet une polyglobulie chronique d'adaptation et une augmentation de la capacité oxygénée du sang.

Enfin, ce sont J. BEYNE, Léon BINET et M.V. STRUMZA qui en 1954 et 1955 feront vraiment le point de cette fameuse question. Ils précisent les facteurs et les modalités de la production de la polyglobulie à court terme. Elle est liée à deux facteurs indépendants, l'un biochimique, l'anoxémie, avec un seuil à l'altitude de 8.000 mètres chez le chien chloralosé, l'autre mécanique, la rapidité de dépression. Le degré d'anoxémie déclenchant la polyglobulie par chasse splénique, varie avec l'ampleur des besoins en oxygène et la facilité de transit intra organique de ce gaz.

Nous avons vu dans le chapitre sur Paul BERT l'étude très complète qu'il fit sur les gaz du sang en dépression. Nous n'y reviendrons pas, l'essentiel était fait et prouvé sur la baisse de l'oxygène du sang.

DUBOIS en 1901 vérifie ce qu'avait entrevu Paul BERT c'est-à-dire que le gaz carbonique dans le sang ne suit pas la loi de dissolution des gaz; HALLICQ et TISSOT, la même année, ayant emmené un chien en ballon, prélèvent du sang à des altitudes différentes. Leurs conclusions sont limitées du fait qu'ils ne montent que jusqu'à 3.500 mètres. Ils constatent que jusqu'à là l'oxygène et le gaz carbonique ne suivent pas la loi de dissolution des gaz dans le sang et que l'azote se dégage de plus en plus. TISSOT en 1904 dira également que dans les marges de sous oxygénation qu'il a exploré les combustions intraorganiques sont indépendantes de la proportion d'oxygène contenue dans le sang

artériel. Ce taux d'oxygène très abaissé dans le sang artériel par la dépression ne modifie pas au début la valeur des échanges respiratoires.

En 1910, R. BAYEUX au Mont-Blanc a étudié les variations de la glycémie et montré la baisse du glucose sanguin en altitude et sa remontée au retour au sol.

D. CORDIER reprenant la question en 1933 indiquera l'action de l'acide carbonique dans cette hypo-glycémie.

PIERY et A. PAILHER en 1922 signalent l'augmentation de l'urée sanguine au cours des ascensions en avion.

Léon BINET et D. BARGETON en 1937, l'hyperammoniémie asphyxique.

S. MALMEJAC, G. CHARDON, M. BOITEAU et G. NEVERRE en 1956 étudieront, enfin, l'influence de l'anoxie sur le taux de potassium plasmique. Ce dernier s'élève; le mécanisme est double, hépatique déclenché par le sympathique et l'adrénaline, et tissulaire général.

Enfin, J. MALMEJAC, S. CRUCK et G. NEVERRE ont en 1948 et 1950 étudié l'équilibre protidique sanguin en sous-oxygénation et mis en évidence, grâce à l'électrophorèse en particulier, la baisse du taux des gamma-globulines (et de leur rôle de défense de l'organisme) l'augmentation de la bande bêta-CORDIER en 1957 y ajoutera la diminution des albumines du serum avec baisse très marquée des protéines globales à 10.000 mètres.

S Y S T E M E N E U R O - M U S C U L A I R E

Les premiers voyageurs et premiers aéronautes parlèrent très tôt de la fatigue neuro-musculaire en altitude, de la paralysie qui survenait brusquement au dessus de 8.000 mètres et qui causa la mort de Crocé-Spinelli et Sivel par exemple.

Il faut attendre 1927 avec GARSAUX, RICHET et BEHAGUE pour avoir une expérimentation sous caisson au Bourget et des observations sur les crises d'épilepsie faites par le lapin à une certaine dépression. M.V. STRUMZA, VERMOT et MESIEY ont d'ailleurs précisé le problème l'année dernière.

En 1937, J. CARLE, à la suite de recherches en haute montagne, (première expédition française à l'Himalaya) et par la méthode des mélanges gazeux étudiée dans sa thèse les réactions psychomotrices des sujets (études faites déjà par Garsaux en caisson).

En haute montagne, après acclimatation, les réactions ne varient pas entre 0 et 5.000 mètres. Au contraire, des modifications par changements rapides d'altitude produits par le caisson ou les inhalations de mélange gazeux lui permettent de mettre en évidence des modifications notables dans les réactions, caractérisées principalement par un allongement du temps de réaction. Ces troubles sont liés à la sous-oxygénation et disparaissent avec inhalation d'oxygène.

En 1938, P. BERGERET et P. GIORDAN étudieront la tension du liquide céphalo-rachidien. Ils montreront l'augmentation de tension, parallèle à la dépression.

R. GRANDPIERRE, R. FRANCK et C. VIOLETTE reprennent ces travaux en 1952 et arrivent aux mêmes conclusions et montrent la chute brutale de tension avec la réoxygénation.

En 1939, à la suite des travaux de Santenaise sur la Vagotonine, GRANDPIERRE, FRANCK et E. STANKOF expérimenteront son action sur la sensibilité du centre respiratoire au gaz carbonique.

Il faut surtout parler des travaux faits par J. BEYNE, A.B. et P. CHAUCHARD sur le système nerveux entier.

Ils démontrent que la dépression augmente, puis diminue l'excitabilité des nerfs moteurs et qu'elle augmente l'excitabilité du centre respiratoire par voie humorale, centre qui réagira plus par augmentation des fonctions respiratoires que par inhalation.

En 1948, enfin, ils observent que les variations de tension de l'oxygène et

du gaz carbonique dans l'air respiré (reproduisant les troubles de dépression) provoquent des perturbations plus marquées pour l'oxygène.

Une dépression de 6.000 mètres détermine chez l'homme un abaissement brut des chronaxies. Une variation de pression provoque une variation des chronaxies à la fois rapide et fugace.

R. GRANDPIERRE en 1944 a montré que la diminution de tension partielle d'oxygène dans l'air inspiré par l'homme ou le chien anesthésié, produit une augmentation de la réflectivité sympathique mais aussi parasympathique seulement si la température s'abaisse suffisamment.

BERGERET et GROGNOT en 1945, faisant l'étude anatoma-pathologique ont constaté des modifications irréversibles des cellules du bulbe, de l'écorce cérébelleuse, de l'encéphale et de l'écorce cérébrale chez les cobayes morts en caisson ou peu après la compression.

MALMEJAC et R. PLANE ont affirmé enfin, l'adaptation corticale à l'anoxie. Des chiens chez qui on utilise le réflexe salivaire comme test, s'habituent peu à peu aux expériences, et les seuils de réaction sont de plus en plus haut, ce qui confirme une fois de plus la valeur de l'entraînement.

Les Français, par ailleurs, n'ont pas été absents de l'étude électroencéphalographique et LEMAIRE en 1947 et GOULAIRAC en 1952 ont publié des rapports importants.

R E I N

Dès la fin du XIXème siècle, les voyageurs et les aéronautes avaient constaté une oligurie en altitude. LE FILEUR, LORTET, TISSANDIER, puis CUILLEMARD et MCOG. Mais il a fallu attendre 1939 pour en comprendre le mécanisme.

Léon BINET, M.V. STRUMZA et A. SANARAS ont en effet démontré qu'il y avait oligurie parce que les artérioles rénales font partie des artères spasmées, le rein étant sacrifié dans la réaction cardio-vasculaire à l'anoxie, aux dépens des artérioles cérébrales aux coronaires par exemple. La récupération du rein, en outre est lente.

MALMEJAC s'est servi de la technique du rein "au cou" pour démontrer la part du système nerveux et du système humoral dans la réactivité des artères de cet organe.

APPAREIL DIGESTIF

On connaissait très tôt la sensation de faim que donne au début l'altitude, puis rapidement quand on monte, le dégoût des aliments allant jusqu'à l'état nauséux bien typique du mal des montagnes.

On sait depuis très longtemps que l'asphyxie excite les sécrétions et exagère les mouvements de l'estomac et de l'intestin (DASTRE, MORAT, DOYON, RICHET).

BAYEUX au Mont-Blanc en 1910 étudie la sécrétion gastrique en altitude.

C'est G. DELRUE qui en 1933 commença les travaux en étudiant la modification de la sécrétion acide de l'estomac, diminuée au début, puis augmentée. C'est ensuite GRANDPIERRE qui en comprit le mécanisme en étudiant l'action de l'anoxie sur la motricité intestinale, au tout début exagérée, mais rapidement inhibée de façon très importante et son mécanisme nerveux.

SURRENALE

Le mécanisme de l'anoxie a été grandement éclairé par la compréhension du rôle de la medullo-surrénale.

Léon BINET et LANXADE (1936) recherchant la teneur des surrénales en adrénaline chez le chien ont prouvé que l'anoxie en augmentait le taux; réaction adrenolino-sécrétion très importante.

GIORDAN et BERGERET, puis ensuite HERMANN et JOURDAN préciseront le seuil d'adrénaline-sécrétion à 3 - 4000 mètres.

MALMEJAC CHARDON et NEVERRE, enfin par la technique d'anastomoses veineuses surrenalo-jugulaires montreront que l'injection d'adrénaline favorise les réactions adrenolino-sécrétrices.

EFFETS PHYSICO-MECANQUES

LIES A L'ALTITUDE

DILATATION DES GAZ DES CAVITES CREUSES

On connaît la Loi de MARIOTTE : " le volume d'un gaz augmente quand sa pression diminue". La dilatation des gaz des cavités creuses de l'organisme que l'on avait prévue, que CHARLES signale par des douleurs d'oreille aux premières ascensions en Montgolfière, fut une des théories de la dépression atmosphérique avant Paul BERT, abandonnée ensuite.

P. GARSAX y pensa cependant quand il expliqua le premier les douleurs dentaires des aviateurs par la dilatation des gaz contenus dans des petites caries. C'est l'aérodontalgie qu'étudieront plus tard P. BURGEAT, J. CURVEILLE et P. ROBERT.

En 1945 enfin, GRANDPIERRE, C. FRANCK et R. LEMAIRE étudiant les variations très brutales de pression, parlent des risques de syncope cardiaque par distension intestinale brutale et constatent toujours hypotension et apnée.

AEROEMBOLISME

Plus important est le chapitre de l'aéroembolisme. Ce fut également une des premières hypothèses du mal de l'altitude. A très forte pression les gaz du sang s'échappent et causent des embolies mortelles, ainsi que l'avait démontré Boyle.

Paul BERT en parle et pense que l'oxygène et le gaz carbonique doivent être absorbés par les tissus qui ont une affinité pour eux, et que tout doit se résumer dans l'action de l'azote.

L'étude de la question sera faite beaucoup plus tard principalement par les Américains avec AMSTRONG. Cependant il faut parler de J. BEYNE et P. BERGERET qui précisent en 1937 que dès 15.000 ou 16.000 mètres les tissus libèrent brusquement les gaz qu'ils contiennent, et MALMEJAC qui , grâce à sa technique de la peau irriguée in situ a mis en évidence certains phénomènes locaux d'aéroembolisme.

GROGNOT pour le compte de la France a fait l'étude anatomo-pathologique des animaux morts par aéroembolisme.

Pour clore ce chapitre sur les effets physico-mécaniques des grandes altitudes il reste à citer le nom prestigieux de LEPRINCE RINGUET qui, par ses études des RAYONS COSMIQUES , ouvre un des chemins des études futures.

P H Y S I O P A T H O L O G I E

L I E E A L A N A V I G A T I O N A E R I E N N E

A C C E L E R A T I O N - V I B R A T I O N - C H A L E U R

A C C E L E R A T I O N S

L'avion ayant une vitesse très grande on conçoit que lorsqu'il fait une acrobatie, looping, vrille ou plus fréquemment lors d'un piqué à l'instant où il se redresse, il décrit une courbe. Au sommet de cette courbe, le poids de la machine comme celui du pilote se trouve multiplié par 1,2,3,4 ou même plus, suivant la vitesse et la petitesse du rayon de la courbe : c'est l'accélération désignée par la lettre "G". Nous parlons ici d'accélération linéaires mais il y a également des accélération angulaires quand l'avion tourne et les accélération complémentaires de Coriolis dues aux mouvements propres du pilote au cours de ces autres accélération. Ce problème est surtout actuel et de grosse importance, depuis que les avions sont très rapides, mais il fut étudié dès juin 1918 par GARCAUX qui fut grand précurseur dans ce domaine.

Le problème se posa à cette époque parce que le directeur de la section technique de l'aéronautique impressionné par le nombre de ruptures d'ailes d'avion au cours des acrobaties avait demandé que leur coefficient de sécurité fut porté de 7 et 9 jusqu'à 20.

Les constructeurs répondirent, par l'intermédiaire de M. Blériot, qu'en admettant que l'avion résistât à des accélération si intenses, le pilote lui n'y résisterait pas. Aussi posa-t-on au Docteur Garsaux la question suivante :

" A quelle accélération l'homme est-il susceptible de résister "? Et il fallait répondre dans les huit jours.

P. GARSAUX se renseigna auprès des cardiologues de l'époque qui ne purent lui donner d'indication, et auprès du Directeur de l'école des Mines pour savoir s'il y avait une limitation de vitesse aux cages d'ascenseur des mines. Il n'y avait pas de réglementation spéciale.

C'est alors qu'ayant eu l'idée de centrifuger des chiens, il se mit au travail avec BROCCA, titulaire de la chaire de physique médicale, les chiens étant fournis par le Professeur LAFICQUE qui les autopsiait.

Restait à trouver la centrifugeuse. Ils pensèrent acheter "l'assiette au beurre" de Luna Park mais celle-ci venait d'être prise par la chefferie du Génie.

Les expériences se firent à Clignancourt chez Lesache et Dehêtre qui fabriquait des essoreuses pour les poudreries, essoreuses où étaient placés les chiens orientés dans des positions différentes par rapport à l'axe de rotation de la machine.

Les expériences furent rapidement interrompues car les chiens hurlaient (n'ayant pu être endormis pour qu'ils gardent leurs réactions de défense) et le personnel féminin de l'atelier réagissant vivement contre les expérimentateurs.

Néanmoins elles permirent grosso-modo de déterminer que les troubles n'apparaissaient que vers 30 "G" et que la mort ne survenait qu'entre 84 et 97 "G".

Les auteurs déterminèrent également que les troubles venaient du déplacement de la masse sanguine suivant la force d'inertie de sens opposé à l'accélération.

Le farneux voile noir vient de l'accumulation du sang dans le bas du corps et de la réaction des artères rétiniennes.

En 1925, M. FRANCOIS, MEYERSON et PIERON étudient le temps de latence des réactions d'équilibrations aux brusques accélérations longitudinales.

En 1927, avec TOUCCAINT et MALASSEZ, GARSAUX reprend ses recherches mais cette fois-ci sur l'homme au manège de Saint Cyr. Le sujet est

masqué et ils constatent les illusions sensorielles quand le manège démarre sensation de montée, quand il freine, de descente. Quand la vitesse angulaire est constante, il est impossible d'apprécier le déplacement. Si le sujet tourne la tête : sensation vertigineuse (accélération de Coriolis). Il donne l'explication par le déplacement du liquide endolymphatique.

Cependant ce manège quoique mesurant 16 mètres de diamètre ne permettait pas de dépasser 2,5 "G" accélération insuffisante pour provoquer des troubles d'accélération.

Ensuite de très nombreuses recherches furent faites dans de nombreux pays. Pour la France, citons encore BERGERET en 1937 avec L. GOUGEROT.

Ils estimaient à 4 à 5 "G" les accélérations bien supportables pour un sujet assis, buste droit. La meilleure prophylaxie semblait une sélection physique rigoureuse.

En 1940, L. GOUGEROT fait sa thèse sur le sujet et profitant des travaux allemands en particulier sépare nettement : les troubles d'ordre circulatoire et ceux d'ordre vestibulaire. Il met bien en lumière le mécanisme et les effets des accélérations de Coriolis.

Disons qu'aujourd'hui se trouve à Brétigny une centrifugeuse extrêmement perfectionnée mais toujours sur le même principe que le manège de Saint Cyr. Elle tourne à très grande vitesse, présente une grosse puissance d'accélération, pas d'inertie, un freinage très rapide et surtout une caméra de télévision qui permet à l'opérateur de suivre le sujet d'expérience.

Disons qu'aujourd'hui le siège éjectable donne (certes pendant très peu de temps) une accélération de 16 "G".

Il fallait donc trouver un remède à ces troubles circulatoires. On songea donc à placer le pilote de telle sorte que les forces centrifuges agissent dans le sens perpendiculaire à l'axe du corps. Ainsi FLAMME avait longtemps proposé la "position ventrale"; mais elle gêne le pilotage. Aujourd'hui on fabrique des sièges de telle sorte que la distance tête pieds soit raccourcie, genoux hauts, tête basse.

L'autre méthode réside dans le vêtement anti "G". Vers 1927 GARGSAUX , ROSENTIEL et collaborateurs avaient proposé une ceinture ventrale gonflable au cours de l'acrobatie, par de l'air contenu dans un coussin du siège du pilote. Mais le pilote perdait le contact fessier important pour un bon pilotage. Le vêtement actuel américain comprend cuissard, jambières et ceinture gonflables par des bouteilles d'air comprimé commandées par un pendule.

VIBRATIONS

Chacun sait aujourd'hui avec la publicité qui a été faite récemment combien les vibrations et en particulier les bruits sont nocifs.

La nocivité des trépidations, des bruits qu'ils viennent de l'hélice, du moteur, de l'échappement, ont été étudiés.

Nous ne parlerons ici que des recherches faites par le Médecin-Commandant GROGNOT au Centre d'Etude et de Recherche de Médecine Aéronautique depuis 1946 sur les ultra-sons. Chez certains sujets les ultra-sons (les plus fréquents en aviation sont les ultra-sons de basse fréquence) peuvent donner des modifications de la formule sanguine, en particulier des variations des éosinophiles et des modifications de la réflectivité du système nerveux végétatif.

P. BUVARD, M. SAUVREY, P. VALADE, COSTE et J. SALLÉ ont également étudié en 1953 l'action mortelle d'ultra-sons intenses de basse fréquence se propageant dans l'air.

CHALEUR

Le problème de la chaleur avant qu'il ne se pose peut-être un jour à propos du fameux mur thermique ne s'est trouvé posé en aéronautique que par l'effet du soleil chauffant la cabine d'un avion sur un terrain et occasionnant quelquefois des accidents graves.

Depuis 1938, J. MALMEJAC, G. CRUCK et C. NEVERRE ont fait des recherches par la technique de la peau irriguée " in situ". Ils ont montré que la

réaction de la peau sans l'influence nerveuse ou humorale varie suivant la température.

Ayant observé des chiens chloralosés en caisson à 50 degrés, ils constatent que la température centrale est à 44, 46 degrés, la température cutanée deux ou trois degrés au-dessous et que les accidents généraux surviennent bien avant le stade de brûlure.

M.V. STRUMZA et Léon BINET (1947) ont montré que le centre respiratoire s'arrête à une température inférieure à celle arrêtant le coeur. Les animaux maintenus en survie par la méthode d'oxygénation par diffusion succombaient à une température beaucoup plus élevée.

L'ASTHENIE DES AVIATEURS

L'homme qui vole tous les jours fatigue, et l'on trouve dans l'histoire de cette médecine aéronautique, très tôt, un syndrome un peu vague dont parlèrent de nombreux auteurs français.

Avant la guerre de 1914, on avait remarqué la fatigue des aviateurs après les meetings. C'est surtout pendant la première guerre mondiale que la fréquence des missions et leurs dangers va déterminer une certaine pathologie.

FERRY en 1915 parle de l'"Asthénie" des aviateurs chez qui il constate un pouls faible et un pincement de la différentielle. Léon BINET de la fatigue du combattant, CRUCHET de la névrose des aviateurs.

En 1927, J. BEYNE indique deux stades, mal mineur d'abord, puis vraie fatigue chez l'aviateur.

On avait parlé d'épuisement du système nerveux ou des glandes surrénales.

En 1950, GRANDPIERRE, reprenait la question, examinait deux populations de pilotes : un lot de "jeunes" 500 heures de vol, un lot de pilotes chevronnés 2.000 heures de vol. Il examine la tension, le pouls, les réflexes solaires et oculo-cardiaques et détermine que les jeunes sont des hypersympathicotoniques et les "anciens" des vagotoniques.

Au cours de la dernière guerre les américains feront également des constatations statistiques et parleront de "fatigue opérationnelle".

En fait, aujourd'hui, on considère la fatigue aigüe d'une part et de l'autre le surmenage simple et le surmenage grave allant jusqu'à la psychose.



L é g e n d e

Crocé-Spinelli, Sivel et Tissandier dans la nacelle du "Zénith".- A noter que les ballons d'oxygène et les flacons laveurs que les aéronautes avaient emportés.

P R E V E N T I O N

S'il est un domaine où les travaux français furent les premiers c'est bien celui-ci.

I N H A L A T E U R S A O X Y G E N E

C'est en 1916, vers la fin de l'année, que les avions atteignirent l'altitude de 5.000 mètres et que les pilotes commencèrent à souffrir du mal des altitudes ou mal des aviateurs comme l'avaient dénommé en 1911 Cruchet et Moulinier. C'est à G A R S A U X , qu'il revient le mérite d'avoir fabriqué le premier inhalateur à oxygène. Paul BERT avait, on se le rappelle, démontré que l'inhalation d'oxygène faisait disparaître les troubles de la dépression atmosphérique, l'avait expérimenté lui-même en caisson fait utiliser par les aérostiers. GARS AUX, tout imprégné de ce grand livre, réalise chez Panhard un appareil qui comprend : masque en aluminium recuit, bordé de caoutchouc avec un orifice respiratoire du diamètre de la trachée environ, un détendeur très sensible dont le débit est commandé automatiquement par une capsule barométrique spéciale qui distribue l'oxygène proportionnellement à l'altitude, un réservoir d'oxygène comprimé et une turbine branchée sur le courant gazeux qui permet de contrôler le fonctionnement de l'appareil. Les essais de mise au point furent d'abord faits en avion, mais à l'époque, les avions étaient découverts, il n'y avait pas de T.S.F. en cas de nuages ou de brouillard, et P. GARS AUX raconte que, tantôt, il perdait ses papiers qui s'envolaient, tantôt ils attérissaient quelques 100 km plus loin.

C'est pourquoi il fit construire le caisson pneumatique de Saint Cyr (ceux de Paul Bert et de Jourdanet étaient inutilisables) qui fut le premier calorifugé pour y obtenir le froid.

Après la guerre, J. BEYNE étudiera également la question du réglage des inhalateurs en précisant en particulier les besoins en oxygène du pilote ; il établit la première courbe qui indique le taux d'oxygène précis à donner pour rétablir une pression partielle convenable des gaz alvéolaires.

Avec BERGERET il insistera plus tard sur l'intérêt d'empêcher l'hypocapnie en particulier par des masques à grande capacité.

P. GIORDAN, P. BERGERET et M.V. STRUMZA en 1937 chiffrèrent les besoins d'oxygène qu'exige le travail musculaire en altitude.

RESPIRATION EN SURPRESSION

Cependant, pour permettre à l'homme de dépasser encore ses limites, on pensa à lui faire inhaler de l'oxygène en surpression. En 1954, GRANDPIERRE C. FRANCK R. LEMAIRE et F. VIOLETTE en montrant le danger : il y a hyperpression intrapulmonaire, compression de la veine cave avec hyperpression veineuse et hypotension artérielle. Les accidents venant surtout de la rapidité d'établissement de la surpression.

On avait d'autre part pensé à la toxicité de l'oxygène, Paul Bert l'avait indiqué, Léon BINET, M. BOCHET, A. BRYSKIER en 1939 avaient trouvé des lésions pneumoniques chez le cobaye suroxygéné. Récemment, Léon BINET encore avec M.V. STRUMZA et LEVY ont constaté un effet dépresseur par inhalation brusque. En fait, en aéronautique, le problème ne se pose pas car ce n'est pas le pourcentage qui compte mais la tension partielle et dès 2.000 mètres l'oxygène pur n'est plus toxique.

EFFET PARADOXAL DE L'OXYGENE

L'effet paradoxal de l'oxygène peut être cité ici enfin : il ne survient que lorsqu'il y a anoxie importante et que l'on donne à ce moment de l'oxygène : en 1944, GRANDPIERRE et FRANCK constatent des apnées dans ce cas pouvant durer une ou deux minutes; ces mêmes auteurs ainsi que Léon BINET et M.V. STRUMZA montrèrent également la survenue d'une bradycardie sinusale par cet effet paradoxal et d'une chute passagère de la pression artérielle.

Des tests d'écriture seront enfin utilisés, montrant des troubles neuromusculaires , de l'euphorie, des erreurs. Phénomènes passant par un maximum 30 à 40 secondes après l'administration d'oxygène pur.

Il faut citer la belle thèse de P. BOUVEROT qui fait le point de toute la question.

CABINES PRESSURISEES

DECOMPRESSIONS EXPLOSIVES

Mais l'inhalateur ne convient plus pour l'exploitation commerciale de l'avion qui a cependant intérêt à voler haut pour des raisons d'économie de carburant et de courants atmosphériques. Il est insuffisant en outre pour dépasser les 12.000 mètres pendant une certaine durée. Aussi, ~~en~~ vient-on à concevoir les cabines pressurisées ou abandonner rapidement pour raisons techniques les cabines à suroxygénation pour les cabines à surpression à parois renforcées où l'air pris à l'extérieur est comprimé par des compresseurs qui maintiennent l'intérieur à une pression différentielle constante. Mais on conçoit immédiatement le danger, en cas de rupture par exemple, causant une dépression brutale.

En 1952, avant leur avènement, GARSAUX et E. STROHL (qui fit une thèse sur ce sujet au laboratoire du Bourget), recherchant l'influence de très grandes vitesses d'ascension et de descente sur la pression artérielle, l'état du coeur, les réactions psychomotrices, avaient démontré que l'on pouvait se décompresser et se recomprimer à une très grande vitesse sans ~~aucun~~ danger.

C'est en 1939, que le premier, P. GARSAUX, en coopération avec RICHON et LAURENT, fait une communication à l'académie des sciences sur les effets de décompression brusque par explosion des carlingues étanches. AMSTRONG y avait pensé, mais les Français avaient trouvé la meilleure méthode d'expérimentation en plaçant à l'intérieur du grand caisson du Bourget où l'on faisait la dépression, un petit caisson dont le hublot était hermétiquement fermé par une feuille de cellophane qu'un percuteur électrique faisait éclater instantanément.

Trente trois expériences ayant été pratiquées sur des animaux de volume et de poids variables, depuis le cobaye jusqu'au porc de 113 kilogrammes , vingt animaux furent recomprimés après l'explosion en quelques minutes , d'autres plus tard. Ils conclurent que la décompression explosive est à priori moins dangereuse que l'on aurait pu le penser.

BERGERET et GIORDAN très peu de temps après arrivent à la suite de leurs expériences aux mêmes conclusions, mis à part qu'ils trouvent très souvent des hémorragies de la caisse du tympan et du cervelet.

La question a ensuite été étudiée dans différents pays. Cependant, il faut parler des très importants travaux du Centre d'Etude et de Recherche de Médecine aéronautique (GRANDPIERRE, FRANCK LEMAIRE et VIOLETTE) qui firent l'objet de la thèse de science de VIOLETTE.

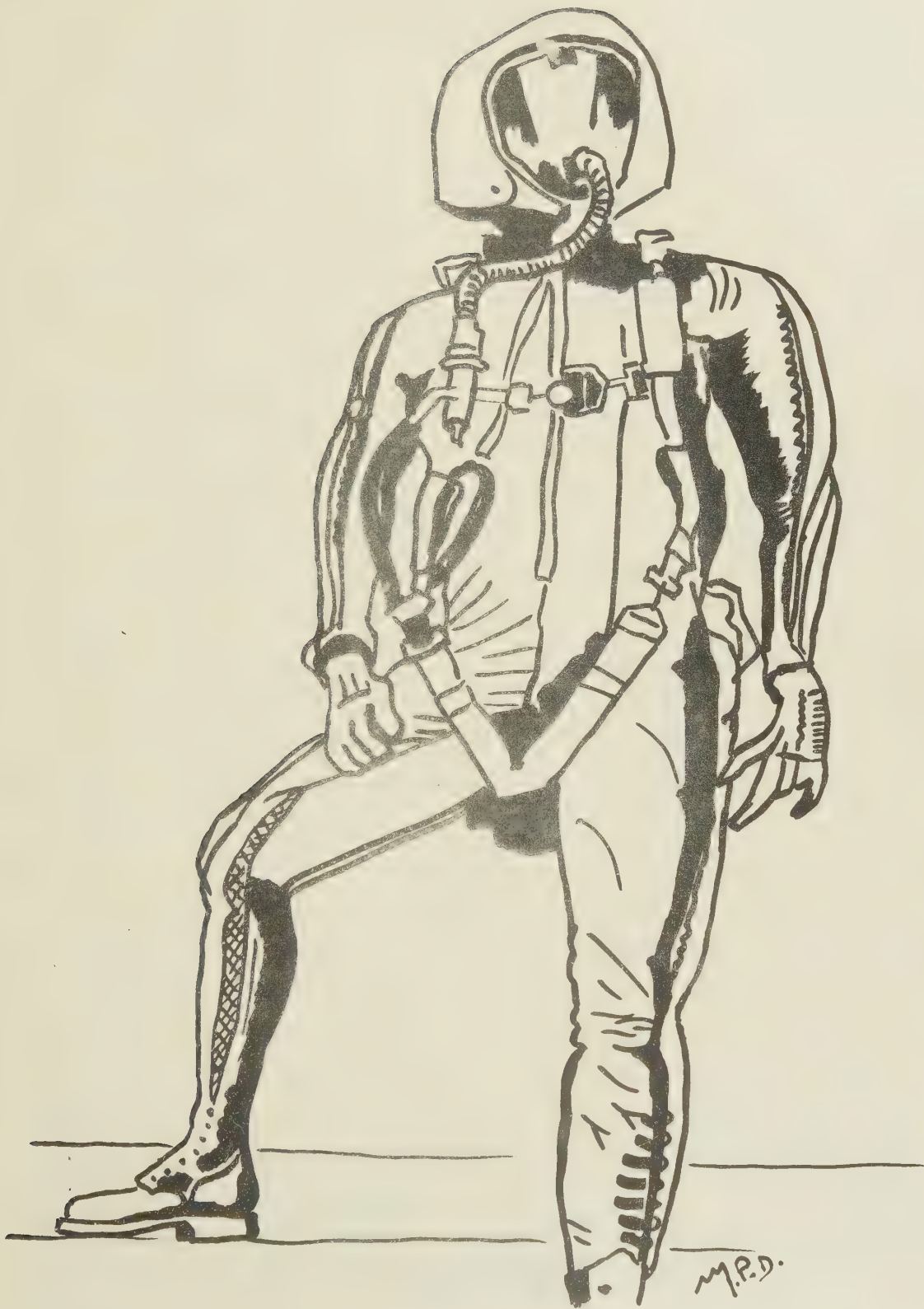
Il étudie :

- la loi de décompression pulmonaire
- la loi d'expansion des gaz
- les effets physiologiques immédiats, arrêt respiratoire, puis reprise de type expiratoire forcé, chute de pression artérielle, augmentation de la pression veineuse et céphalo- rachidienne, agrandissement de la cage thoracique. Le coeur subit une torsion avec troubles électrocardiographiques.

Il établit une courbe indiquant la zone de sécurité et celle du danger, insistant tout particulièrement sur l'importance du rapport des pressions initiales et finales et sur la rapidité de décompression correspondant à la taille de l'orifice.

Il avait en outre, avec GROGNOT, étudié les lésions anatomo-pathologiques du cortex cérébral et du poumon de chiens décomprimés à 12.000 ou 16.000 mètres.

Pour terminer ce chapitre sur la protection, il reste à citer le nom de FLAMME attaché aux premières recherches sur le parachute et l'observation médico-physiologique faite par BERGERET et GIORDAN en 1939, à propos du record du monde de saut en chute libre exécuté par le regretté WILLIAM.



L é g e n d e

" L'homme volant " d'aujourd'hui. Pilote portant l'équipement pour les vols à haute altitude.

SELECTION

DU PERSONNEL NAVIGANT

En 1914 on recruta le personnel navigant parmi les réformés des autres armes. On pensait que la machine faisait tout et que le métier de pilote n'exigeait pas de conditions physiques particulières. Mais, rapidement, devant le nombre des accidents et l'importance du facteur humain dans leur genèse, on comprit l'erreur commise. Les conditions de vol nécessitaient un personnel particulièrement apte et sélectionné.

BIEN qu'il y ait eu cependant une circulaire ministérielle du 2 septembre 1912 prescrivant des conditions spéciales pour le vol en avion, ce n'est que le 8 Novembre 1917 que NEPPER et CAMUS créèrent le CENTRE d'EXAMEN de PARIS au Grand Palais. Ils étudiaient principalement les réactions psycho-motrices, ayant mis au point certains tests. En particulier, on tirait un coup de pistolet et le sujet devait actionner un contact. On mesurait le temps de réaction au chronomètre de Darsow.

On pratiquait également un examen général. Camus lui-même critiqua sa méthode mais c'était l'époque où l'on pensait de façon un peu simpliste que le pilote devait avoir simplement " de bons réflexes " ! Josué était chargé de l'examen cardiaque et nous avons parlé de ses travaux à propos de la circulation. Des examens furent faits également avec le caisson de Paul Bert que l'on avait fait venir de la Sorbonne.. MARCHOUX et NEPPER firent très tôt une constatation très importante : des sujets éprouvent en caisson des céphalées atroces et des otalgies marquées dues à une atteinte de la muqueuse rhino-pharyngée. Ils insistent sur la nécessité de l'examen oto-rhino-laryngologique en sélection et en surveillance.

MAUBLANC et RATIER ont eux aussi un service au groupe des divisions d'entraînement au Plessis-Belleville. Ils mettent au point, entre autre, une recherche du sens de l'équilibre du candidat à l'aide d'une sorte de rocking-chair déplacé très doucement; ils montrent l'importance d'un bon sens de l'équilibration.

En Septembre 1918, G. GUILLAIN crée le Centre de Longvic-les-Dijon avec Ambard, Battez, Cantonnet, Robert Foy, Maillet, Corneloup, Detal. Fait capital, ils créent UNE FICHE d'EXAMEN DU PERSONNEL NAVIGANT très détaillée et déjà fort bien faite. CANTONNET y précisera les nécessités visuelles de l'aviateur : acuité, rapidité, résistance à l'éblouissement, vision nocturne, vision des couleurs, champ visuel, vision binoculaire, et les épreuves faites à ce moment.

Léon BINET et M. BOURGEOIS utilisent l'épreuve du maximum d'apnée volontaire qui renseigne sur l'excrétion du C.O. c'est-à-dire sur le métabolisme général. (Test précieux qui sera étudié ensuite par R. Fabre et V. Amphoux en 1934 et Grandpierre en 1942).

En 1919, le 24 Octobre, P. GARSAUX crée avec MATHIEU de FOSSEY le Centre d'examen du personnel navigant à la fois civil et militaire qui sera rapidement transféré au Bourget. Il sera là exclusivement consacré à la sélection et au contrôle du personnel civil jusqu'à la dernière guerre, époque à laquelle il centralisait pour la France et ses colonies africaines plus de 25.000 dossiers.

En 1921, J. BEYNE crée la médecine aéronautique militaire véritablement et en particulier les neuf premiers centres d'examen médical du personnel navigant, avec en tête celui de Paris (ces centres furent portés au nombre de 22 entre 1921 et 1924). BEYNE forme les médecins chargés du fonctionnement de ces centres et l'on se devait d'insister sur ce rôle d'enseignement qu'il a toujours poursuivi. Mais il importe surtout de parler des très importants travaux qu'il fit sur la vision des pilotes avec les conséquences immédiates qui en découlent pour la sélection. En 1925, il commence à étudier la vision nocturne et parle d'acuité visuelle nocturne qu'il appellera vision scotoptique.

Il insistera sur l'importance :

- de l'évaluation de l'efficiencia visuelle
- du classement des sujets selon leur efficiencia
- de la protection de l'oeil par verres spéciaux dans les climats à haute luminosité
- de la protection de nuit avec verres rouges portés dans les périodes d'observation.

Nous lui devons le scoptomètre qui porte son nom et qui permet au médecin sélectionneur d'aujourd'hui d'apprécier avec précision la vision nocturne de ses sujets.

Avec WORMS, BEYNE s'est également beaucoup attaché à la mesure correcte de l'acuité visuelle chez l'homme. Il a insisté sur l'influence de l'éclairage des tests du diamètre pupillaire, de l'adaptation rétinienne, de la couleur de la lumière du temps d'exposition des tests. Il a réalisé le fameux optomètre de Beyne toujours amélioré par son inventeur qui présente au sujet examiné des anneaux de Landolt mais avec toutes les bonnes conditions nécessaires.

Il faut citer J. DUGUET qui en 1947 étudiant les effets de l'anoxémie sur les eterophories constata qu'en altitude il y avait tendance à la convergence des axes visuels. Troubles corrigés par l'inhalation d'oxygène mais imposant l'élimination des esophoriques et des hyperphoriques d'un degré élevé.

PERDRIEL étudie, lui, les chorio-rétinites cicatricielles et leurs incidences sur la sélection du personnel navigant.

Entre autres également citons les travaux de F. PLAS, et A.R. MISSENARD qui, en 1948, ont défini les conditions d'aptitude au pilotage des cardiaques fonctionnels, des tachycardiques, des extrasystoliques et ont apprécié la résistance à l'anoxémie des cardiaques valvulaires ou myocardiques.

Dans les chapitres précédents en physiologie ont également été signalés les travaux d'électroencéphalographie fait par le centre actuel de sélection du personnel navigant de la région parisienne.

HYGIENE GENERALE

Si le personnel navigant est ainsi rigoureusement sélectionné, il est indispensable ensuite qu'il suive une hygiène de vie.

Hygiène dans l'alimentation équilibrée, dans le sommeil, dans le sport , dans la proscription de l'alcool et du tabac.

Mais les médecins ont également insisté sur l'usage des médicaments qui sont en général à proscrire.

CHEYMOL et LEVASSORT en 1933 ont montré que la chlorpromazine diminuait de façon importante la résistance à l'anoxie. G.F. BONNET a découvert également l'action psychosensorielle dépressive des sulfamides chez les aviateurs. De même M.V. STRUMZA a montré que les antihistaminiques diminuent la résistance à l'hypoxie en général.

Dans le domaine de l'hygiène on se doit aussi de citer les travaux faits sur le travail au sol et en altitude par P. BERGERET P. GIORDAN et M.V. STRUMZA qui calculent la consommation d'oxygène en conséquence. Léon BINET, M.V. STRUMZA et LEVY ont aussi montré à l'aide de tests écrits d'intelligence que la présence de 1 % de CO₂ dans une atmosphère ne contenant que 14,5 % d'oxygène, non seulement n'augmente pas la perturbation intellectuelle de courte durée liée à la sous oxygénation, mais paraît être favorable si la durée totale de l'épreuve ne dépasse pas trois quarts d'heure.

Enfin, le premier précis d'hygiène aéronautique a été écrit par M.V. STRUMZA et BOYER en 1956.

I N T O X I C A T I O N S

Comme toute industrie ou exploitation commerciale, l'aviation présente ses propres intoxications. Elles sont multiples. Ne seront cités que les travaux français de FLAMME qui, en 1929, publie sur l'intoxication par pxyde de carbone. Ils seront repris par BEYNE en 1934 et le traitement fera l'objet de recherches expérimentales de Léon BINET et M.V. STRUMZA en 1951.

En 1938, F. de GAULEJAC et P. DERVILLEE dénoncent les dangers d'intoxication par l'essence ethylée, ou du benzol comme carburant. J. DECHAUME L. BOURROT , E. SCHATT et BUFFARD ont en 1948 étudié très précisément l'intoxication par le bromure de méthyl qui remplit certains extincteurs.

Il s'agit là de Médecine du Travail et il est en outre certain que l'organisation médicale de la Compagnie Air France mérite bien d'être citée quand on traite de la contribution française à la médecine aéronautique.

A V I A T I O N S A N I T A I R E

Il y a là encore, un grand domaine où les Français furent les premiers . Nous nous contenterons très brièvement de citer des noms pour essayer d'être complet car le Médecin Colonel HASSENFORDER, archiviste fort connu, a fait, il y a peu de temps, un historique très détaillé et documenté sur ce sujet.

Disons seulement qu'en 1917 le Médecin aide-major de réserve CHASSAIN, député du Puy-de-Dôme réalisait le premier avion pour transport des blessés et pouvait, être, à juste titre, appelé "le père de l'aviation sanitaire".

Le transfert des officiers serbes blessés à la fin de la guerre 14 a également été effectué par un pilote français. C'était le premier transfert de blessés à longue distance réalisé.

Le grand nom de Robert PICQUE est encore présent à toutes les mémoires et nous citerons CARLIER, BLANCHARD, FAUVEAU de COURMELLES, Charles DUGUET, Ch. JULLIOT, TABUSSE et très près de nous GOMEZ, mort en Afrique du Nord qui publia la dernière réalisation française dans ce domaine "l'antenne chirurgicale parachutée".

C O N C L U S I O N

Au lendemain de la libération, le Médecin Général AMSTRONG, bien connu des milieux aéronautiques internationaux, et qui dirige la médecine aéronautique américaine, attérissait à Saint-Germain. Il se fit conduire aussitôt chez le Docteur GARSAUX, pour lui dire : " Ce sont vous, les médecins de l'aéronautique française, qui m'avez donné le goût de cette discipline et intéressé grâce à vos recherches . Vous avez travaillé avec " des boîtes à sardines " (c'est à peu près la signification du mot américain employé), mais vos travaux ont été primordiaux.

Cette anecdote permet de tirer quelques conclusions.

On a pu voir l'importance de la contribution française dans presque tous les domaines, physiologie de l'altitude, physiopathologie de l'aviateur, protection, sélection du personnel navigant.

Il ne faut pas oublier, bien que le premier vol ait été réussi par les frères WRIGHT, que l'aéronautique française, à ses débuts, a été tout de même la plus importante et la plus perfectionnée. En parallèle , il est juste de dire que la médecine aéronautique française a été , tant par ses précurseurs que par ses pionniers, la première aux origines. D'autre part, ses facultés créatrices ne sont pas seulement du domaine historique , elles sont restées permanentes jusqu'à nos jours . La langue française est une des deux langues employées lors des congrès internationaux. Et si, aujourd'hui, les publications françaises sont par rapport aux publications étrangères moins nombreuses qu'aux débuts , il s'agit là de facteurs économiques. On sait les crédits immenses que peuvent allouer à la recherche certains pays étrangers et , en parallèle, les possibilités de notre pays , même si nos

laboratoires ne sont plus en " boîtes de sardines " , mais équipés des appareils les plus modernes.

Quel sera le rôle de demain de la médecine aéronautique française ? Les problèmes sont nombreux : décompression explosive au-delà de 16.000 mètres (altitudes auxquelles tendent les avions de commerce), mur thermique, rayons cosmiques, prévention avec utilisation de nouveaux carburants d'avions-fusées (utilisant la furaline, le tonka, l'acide nitrique), emploi de l'énergie atomique, ses dangers, qu'il s'agisse de la propulsion atomique ou de guerre atomique, survie dans l'espace (sans pour autant céder à la facilité de la science-fiction).

Les horizons sont nombreux. Ils sont heureusement limités. La coopération toujours plus grande de l'ingénieur et du médecin de l'aéronautique a malgré tout un mur devant elle : les limites physiologiques de l'homme. Cette médecine qui permet à l'homme de vivre plus loin dans l'espace comme la médecine quotidienne lui permet de vivre plus loin dans le temps, a déjà précisé les réactions physiologiques de l'individu , lui permettant d'atteindre par la connaissance ses limites extrêmes en vol.

Malgré les possibilités de l'entraînement, l'homme reste identique à ce qu'il était il y a des siècles , et rien ne permet de supposer qu'il puisse un jour se dépasser. Il reste que cette médecine aéronautique créée de toute pièce à la suite de l'avènement d'une technique, ayant puisé à sa naissance dans les autres sciences physiologiques ou médicales, est aujourd'hui individualisée . Elle commence à donner aux autres disciplines médicales de ses propres richesses s'interférant au même titre qu'elles.

Vu, le Président de Thèse :
L. BINET

Vu, le Doyen de la Faculté :
Professeur L. BINET

Vu et permis d'imprimer :
Le Recteur de l'Académie de Paris :
J. SARRAILH

-BIBLIOGRAPHIE -

- AMBARD (L.), BEAUJARD (E.) - Effets de la dépression barométrique de courte durée sur la teneur du sang en hématies.
C.R. soc.Biol., 1902, 54. 486.488
- BAYEUX (R.) - Numération des globules rouges du sang humain faite pour la première fois au sommet du Mont-Blanc le 20 Août 1904.
C.R. Acad.Sci. Paris, 1905, 141.134.136.
- BAYEUX (R.) - Expériences faites au Mont-Blanc en 1909 sur la variation de la glycémie et de la glycolyse hématique à très haute altitude.
C.R. Acad.Sci., 1910, 151.449.451.
- BAYEUX (R.) - Expériences faites au Mont Blanc en 1910 sur la sécrétion gastrique à très haute altitude.
C.R. Acad.Sci., 1911, CL II. 396-398.
- BERGERET (P.) - Effets physiologiques de la vitesse et des accélérations en avion.
Rev.Santé militaire, 1937, 107. N°9
- BERGERET , BEYNE - Masques respiratoires à grande capacité à l'usage des aviateurs.
Bull.Soc.Med.Militaire Fr., 1935, 29 N°4 122.126
- BERGERET , BEYNE - La protection contre l'anoxie et l'acpnée au cours de la dépression atmosphérique.
Ann.Physiol.Physicochim.Biol., 1935 T 11, n°5, 1173.1184
- BERGERET (P.), GIORDAN (P.) - La tension du L.C.R. en dépression atmosphérique
A. Physiol.Pathol.gén., 1938, 36 (4).1050.1058
- BERGERET , GIORDAN - Le record du monde du saut en chute libre. Observations médico-physiologiques.
Rev.Santé Militaire, 1939, T 111. N° 2
- BERGERET , GIORDAN - Effets de la décompression instantanée sur l'animal.
C.R.Soc.Biol., 1939. 131.1044.
- BERGERET (P.), GIORDAN (P.), STRUMZA (M.V.) - Travail musculaire en altitude et consommation d'oxygène.
Travail humain, 1937, T 5, n°2, 214.
- BERGERET (P.) et COUGEROT (L.) - Les forces centrifuges. Effets circulatoires, respiratoires et vestibulaires.
Rev.Santé Militaire, 1939 Août, T 111, N° 2
- BERGERET et GROGNOT - Lésions du système nerveux central chez l'animal soumis à la dépression atmosphérique.
C.R. Soc.Biol.Fr. 1945.

- BERT (Paul) - "Lapression barométrique": recherches de physiologie expérimentale.
1878, Paris, Edit. Masson.
- BERT (Paul) - "Sur la richesse en hémiglobine du sang des animaux vivant en hauts lieux".
Acad. Sci. Paris, 1882, 94.
- BEYNE - Contribution à l'étude du réglage des appareils à inhalation d'oxygène en altitude.
Arch. Med. Pharm. Milit. 1922.
- BEYNE (P.) - Les modes d'appréciation de la vision nocturne chez l'aviateur.
J. Méd. Bordeaux, 1925.
- BEYNE (P.) - La vision du relief des distances, son mécanisme et sa mesure.
Arch. Méd. et Pharmac. Milit. LXXXVI, n° 1, janvier 1928.
- BEYNE (J.) - Les réactions de la pression artérielle au cours du vol en avion
J. Physiol. Path. gén. décembre 1932, XXX, N° 4, 890-899
- BEYNE (P.) - Les conditions d'éclairage correspondant à la mesure correcte de l'acuité visuelle chez l'homme.
C.R. Soc. Biol., 25 février 1935.
- BEYNE (J.) - Eventualité d'intoxication larvée par l'oxyde de carbone dans les carlingues d'aéroplane.
Arch. Méd. Pharmac., Nov. 1934, 124.
- BEYNE (J.) - Influence de l'anoxémie sur la grande circulation et sur la circulation pulmonaire.
C.R. Soc. Biol. 13 Juin 1942, 399.
- BEYNE (J.) - Sur l'action cardio-vasculaire de la basse tension d'O₂ chez l'homme.
C.R. Soc. Biol., 1943, p. 644
- BEYNE (P.S.E.) - La vision en un lieu obscur ou vision scotopique et ses procédés d'évaluation.
Méd. Aéro. 1950, VII (3). 219. 235
- BEYNE (P.) - La mesure correcte de l'acuité visuelle chez l'homme
Méd. Aéro. T 5 n° 1 318.
- BEYNE - L'aptitude à percevoir les signaux colorés, ses modes d'évaluation.
Méd. Aéro. 1954. 9 (1) 5-18
- BEYNE (J.), BINET (L.), STRUNZA - Dépression atmosphérique et variations numériques des hématies.
C.R. Soc. Biol. Mars 1934. T CXV p. 1080

- BEYNE (J.), BINET (L.), STRUMZA -- Sur le mécanisme de la polyglobulie d'origine respiratoire.
C.R.Soc.Biol., Mars 1935. 118-1177/1179
- BEYNE (J.) CHAUCHARD (Mme B) et CHAUCHARD (P.)- Influence sur l'excitabilité nerveuse de l'homme des variations de tension des gaz dans l'air respiré. Application à l'étude des troubles nerveux en dépression atmosphérique.
Méd.Aéro.Janvier 1948.
C.R.Soc.Biol.Juillet 1948, 140, 13-14
- BEYNE (J.), GAUTRELET (J.) et HALPERN (N.) - Rôle des sinus carotidiens dans la régulation de la respiration en dépression atmosphérique.
C.R. Soc.Biol., 10 Juin 1933, CXIII, p.585.
- BEYNE, GAUTRELET, et HALPERN - Les variations de la T.A. en dépression atmosphérique.
J. Physio-Path.Gén., Juin 1935, XXXIII (2). 486-498.
- BEYNE (P.) et WORMS - La vision nocturne. Ses éléments d'appréciation chez l'homme et sa portée chez l'aviateur.
Arch.Méd.Pharmac.Milit. 1928, LXXXIX 3, 231-252.
- BINET (L.) - Le mal des aviateurs et la sélection des pilotes militaires.
Rés.gén.Sci.pur.appl., 1917, 28 : 540-545
- BINET (L.) - La rate dans ses relations avec la fonction respiratoire.
Arch.Méd.Chir.App.Resp., 1927, 2 : 237-242.
- BINET (L.) - Recherche sur la teneur des capsules surrénales en adrénaline chez le chien placé sous diverses conditions expérimentales.
La Médecine 1936.
- BINET (L.) - Les laboratoires d'altitude
Presse Médicale, 1938, 46 : 1145-1147.
- BINET (L.) et BARGETON (D.) - Anoxémie et modifications biochimiques du sang L'hyperamoniémie asphyxique.
J. Méd. Fr., 1937, 26 : 88-91.
- BINET (L.), BOCHET (M.) BRYSKIER (A.) - Les atmosphères suroxygénées
J. Physiol.Path.gén., 1939, 37 : 524-535.
- BINET (L.), BOURGEOIS (M.) - Exploration clinique et la fonction respiratoire. L'épreuve du maximum d'apnée volontaire.
Presse Médicale. 1920
- BINET (L.), BURSTEIN (M.), LEMAIRE (R.) - Sur quelques réactions vaso-motrices périphériques enregistrées au cours de l'anoxémie et de la réoxygénation chez le chien.
C.R.Soc.Biol.Fr., Juin 1948, T 142, p.801.

- BINET (L.), CACHERA (R.), FAUVERT (R.) et STRUMZA (M.V.) - Anoxémie et circulation cérébrale.
C.R. Soc.Biol., Paris 1937, 126 : 166.
- BINET (L.), PERLES (L.) - Variation de la densité sanguine au cours de l'asphyxie. Recherches sur la densité du sang veineux splénique.
C.R. Soc.Biol. Paris, 1928, 98.
- BINET (L.), STRUMZA (M.V.) - Morphine et respiration.
Fr.Médicale, 1938, 46 : 769-770
- BINET (L.) STRUMZA (M.V.) - Le besoin d'O₂, réactions circulatoire et respiratoire, résistance de l'organisme.
J. Méd.Fr. 1937, 26, : 76-82.
- BINET (L.), STRUMZA (M.V.) - Mécanisme de l'influence de l'équilibre acido-basique sanguin sur la durée de la résistance à l'anoxie.
C.R. Soc.Biol., 1950, 144 (1/2) : 109-111.
- BINET - STRUMZA - Exploration E.C.G. au cours de la réanimation cardiaque.
Presse Médicale 1952, 16 : 329-332.
- BINET - STRUMZA - La réanimation après anoxie.
Presse Médicale, 1951, 9-7 : 121-124.
- BINET (L.), STRUMZA (M.V.) - Recherches expérimentales sur le traitement de l'intoxication oxycarbohnée.
Sem.Hôp.Paris, 1951, 27 : (73) 2863-7.
- BINET - STRUMZA - Brachycardie secondaire de réoxygénation.
C.R. Soc.Biol. Paris, 1951, 145, 11 et 12.
- BINET (L.), STRUMZA M.V., LEVY - Effets de l'inhalation d'oxygène pur à la pression atmosphérique sur les facultés intellectuelles de l'homme normal.
C.R.Acad.Sciences, 1951, T 232 n° 17 pp.1526-9.
- BINET (L.), STRUMZA (M.V.), LEVY - Effets d'une hypoxie modérée, d'une hyperoxie et de l'hypercapnée sur les facultés intellectuelles de l'homme.
C.R. Acad.Sci., 1952, 235 (5) : 229-222
- BINET, STRUMZA, ORDONEZ - Modifications de l'E.C.G. au cours de l'anoxie chez le chien.
C.R. Soc.Biol. Paris, 1937, 125, 318.
- BINET (L.), STRUMZA (M.V.), SARNARAS (A.) - Répercussion de l'anoxémie sur le rein.
C.R. Acad.Sci., Paris 1939, 209 : 576-578.

BINET (L.), STRUMZA (M.V.), VOGHEL (D.) - Anoxie et acapnie.
J. Physiol.Pathol.Gén.,1939-40,37 : 507-523.

BINET (L.), STROHL (A.), FOURNIER (B.)- Réponse de la rate à la dépression barométrique. Sur la polyglobulie des altitudes.
C.R.Soc.Biol.Paris 1927,97 : 1486-149

BUVARD (P.), SANVROS (M.), VALADE (P.),COSTE (E), SOLLE (J.)- action mortelle d'ultra-sons intenses et de basse fréquence se propageant dans l'air.
C.R. Soc.Biol.Paris 1953,1918.

BONNET (F.G.)Actions psychosensorielles des sulfamides chez les aviateurs.
Presse Médicale 1942,612.

BOUVEROT (P.) - Action paradoxale de l'oxygène.(Contribution à l'étude)
Thèse, médecine Paris 1949; Imp. Sibulat,Lyon.

CAMUS (J.) - Etude desréactions psycho-potrices et des réactions émotives des candidats à l'aviation.
C.R.Soc.Biol. Juin 1919,82 p.673

CANTONNET (A.) - Les nécessités visuelles de l'aviateur
C.R. Soc.Biol.,1919,637.

CARLE (J.) - Variations des réactions motrices en fonction de l'altitude, de la pression atmosphérique et de la tension partielle d'oxygène dans l'air inspiré.
Thèse Médecine, Paris, 1937.

CHAUCHARD (A.B.), CHAUCHARD (P.) - Les troubles nerveux en dépression atmosphérique et les déterminismes.
Presse Médicale, 1941, n° 74-75 p.922.

CHAUCHARD (A. et B.), et BEYNE (J.) - Influence de la dépression atmosphérique sur l'excitabilité des nerfs moteurs.
C.R.Soc.Biol.,1940,134, 321-335.

CHEYNOL et LEVASSORT - Chlorpromazine et résistante à l'hypoxie.
Bull.Soc.Chim.Biol.1933,356831.

CHEVILLARD (L.) ,MAYER (A.) - Recherches sur l'influence de la tension d'oxygène sur les échanges respiratoires. Influence de la tension d'O₂ contenu dans l'air inspiré sur leséchanges gazeux de la souris.
Ann.Physiol.Physicochim.Biol.,1935,II : 224-230.

CLUZET (J.), PIERY (A.), PONTHUS (P.), MILHAUD - Effetsde la rarefaction atmosphérique sur le coeur (électrocardiographie).
Arch.Eletr.Med.1935, Mars - avril.

- CLUZET (J.), PIERY (A.), PONTHUS (P.), MILHAUD - Sur les ramifications de l'E.C.G. chez l'animal soumis aux fortes dépressions barométriques en chambre pneumatique.
Lyon Médical, 1935, 156-182.
- CLUZET (J.), PIERY (A.), PONTHUS (P.), MILHAUD - Thérapeutique des troubles E.C.G. et tensionnels de la dépression barométrique expérimentale.
Bull. Acad. Méd. Paris, 1938, 12 D, 31 p. 241-247.
- CORDIER (D.) - Etude sur l'hyperglycémie asphyxique. L'action de l'acide carbonique.
Ann. Physiol. Physicochim. Biol. 1933, 9 : 87-138.
- CORDIER (D.) - Modifications de l'équilibre acide-base au cours des asphyxies progressives.
Ann. Physiol. Physicochim. Biol. 1935, 162-175.
- CORDIER (D.) - Troubles de la protéinémie provoqués par des séjours répétés en altitude fictive.
Soc. Biol., 1957.
- CORDIER (D.) et CORDIER (G.) - Excitabilité du centre respiratoire et tension d'O₂.
J. Physiol., 1948, 40 : 158A-159A
- CORDIER (D.) et CHANEL - Influence de la tension d'oxygène dans l'air inspiré sur la vitesse du transit gastrique chez le rat.
C.R. Soc. Biol., 1949, 143 (7/8) : 493-495.
- CORDIER (D.) et FRANCAIS (J.) - Modifications de la fonction respiratoire du sang asphyxique (1er mémoire). Etude des variations de la courbe de saturation en O₂ du sang asphyxique. Rôle de l'acidose et de la polglobulie (2ème mémoire).
Ann. Physiol. Physicochim. Biol., 1938, 14 : 773-787, 1788-798
- CROCE-SPINELLI et SIVEL - Ascension scientifique à grande hauteur exécutée le 22 mars 1874.
Acad. Sciences Mars 1874, Paris
- CRUCHET (R.), et MOULINIER - Le mal des aviateurs
J. Méd. Bordeaux, 1910. (25 Juillet) 279-282.
- CRUCHET et MOULINIER - La tension artérielle chez les aviateurs aux hautes altitudes.
Caducée, 1910.
- DECHAUME (D.), BOURRAT (L.), SCHATT (B.), BUFFARD - L'intoxication par le bromure de méthyl.
J. Méd. Lyon, 1948, 297-305.
- DEL RUE G. - Modifications de la sécrétion acide de l'estomac durant le séjour à l'altitude.
C.R. Soc. Biol. 1933, 113 : 940-942.

- DUBOIS (G.) - Sur l'influence de la diminution de pression atmosphérique sur la composition du gaz du sang.
C.R. Soc.Biol.Paris, 1901,53 : 1092.
- DUGUET (J.) - Etude des effets de l'anoxémie sur les hétérophories. Leur incidence sur la sélection médicale des pilotes.
Bull.Soc.Ophthalm.de Paris,Nov.Déc. 1947.
- ETIENNE (G.) et LAMY (G.) - Le coeur des aviateurs. Pathogénie et conséquence.
Paris Médical, 1918, 29, 293-296.
- ETIENNE (G.) et LAMY (G.) - L'hypertrophie du coeur des aviateurs
C.R. Soc.Biol. Paris, 1919, 82, 652,655.
- FABRE (R.) -(V.) - La durée de l'apnée volontaire dans des conditions diverses.
C.R.Soc.Biol.Bordeaux,1934.
- FERRY (G.) - L'influence du repos sur la tension sanguine de l'aviateur aux armées. Les signesprécurseurs de "l'asthénie des aviateurs".
Arch.Mal.Coeur,1919,12 : 304-312.
- FLAMME - L'intoxication par l'oxyde de carbone chez les aviateurs?
Rev.Forces aér., 1929:1509-616
- FRANCOIS (M.), MEYERSON et PIERON - Du temps de latence des réactions d'équilibration aux brusques accélérations longitudinales.
C.R. Acad.Sci.Paris,1925,151.
- GARSAUX - Le laboratoire à dépression atmosphérique de St-Cyr.
C.R. Soc.Biol.Paris,1919,82,643-646.
- GARSAUX - Le nouveau laboratoire à dépression atmosphérique à basse température du Bourget.
Int.Air Cong.Londres.1923.
- GARSAUX - Les appareils à oxygène liquide.
J.Méd.Bordeaux, 1925.
- GARSAUX - L'approvisionnement des avions en oxygène.
C.R.Acad.Sci.Paris 1926,182.
- GARSAUX - La médecine aéronautique. Aperçu historique.
Conférence faite par le Dr Garsaux le 28 Mai 1945
- GARSAUX et BROCA - Note préliminaire sur l'étude des effets de la force centrifuge sur l'organisme.
Bull.Acad.Méd.Paris,1919,3,82.

- GARSAUX, BEHAGUE (P.) et RICHET (C.fils) - Rythme et fréquence respiratoires des animaux soumis à la dépression barométrique.
C.R. Acad.Méd.Sci.Paris 1927,184: 542.
- GARSAUX, MALASSEZ et TOUSSAINT - Sur le vertige de rotation.
Acad.Sci.Paris 1926 : 236.
- GARSAUX et MATHIEU de FOSSEY - Influence de la dépression atmosphérique sur Ta T.A.
C.R.Soc.Biol., 1919,82.
- GARSAUX et MATHIEU de FOSSEY - Etude de la tension artérielle en atmosphère raréfiée.
C.R. Soc.Biol.Paris,1921,84,517-518.
- GARSAUX, RICHET, BEHAGUE - Crises d'épilepsie chez le lapin au cours de la dépression atmosphérique.
Rev.Neurol.1927,47.
- GARSAUX, RICHO et LAURENT - Sur les accidents de l'aviation aux hautes altitudes: recherches expérimentales sur les effets des décompressions brusques par explosion de carlingues étanches.
Bull.Acad.Méd.Paris,1939,513.
- GARSAUX et STROHL - La vitesse d'ascension et de descente en avion, ses effets sur l'organisme.
Rev.Aero.int.1932, 6.
- GAULE (J.) - L'augmentation des globules rouges du sang dans l'ascension en ballon.
C.R.Soc.Biol., 1901, 133 p.903.
- GAULEJAC (R. de), DERVILLEE (P.) - Les dangers d'intoxication par l'essence éthylée au cours de son emploi comme carburant de moteurs d'avion.
J.Méd.Bordeaux, 1938, 115: 379-390.
- GAULEJAC (R. de), DERVILLEE (P.) - Les dangers d'intoxication résultant de l'emploi du benzol comme carburant, particulièrement dans les formations aériennes. Mesures préventives
Ann.Méd.Lég. 1938.
- GAY-LUSSAC - "Extrait de la relation d'un voyage aéronautique" 1804.
J.physicochim. 49 - 314-320.
- GIORDAN P. -BERGERET (P.), STRUMZA (M.V.) - Travail musculaire en altitude et inhalation d'oxygène.
Travail humain, 1937.
- GOMEZ - Une nouvelle réalisation française, l'antenne chirurgicale parachutée.
Presse Médicale, 1948, 482.

- GOUEEROT (L.) - Effets physiologiques des forces d'inertie. Etude des effets circulatoire, respiratoire, vestibulaire chez l'aviateur.
Thèse Paris, n° 633, 1940.
- GRANDPIERRE (R.) - Action de l'anoxie sur la motricité intestinale.
1944.
- GRANDPIERRE (R.) FRANCK (C.) et coll. - Elements de médecine aéronautique
Expansion scientifique 1948.
- GRANDPIERRE (R.) - Sur l'action de l'anoxémie sur la réflectivité végétative.
Bull.Santé Mili.Santé de l'Air Paris 1944.
- GRANDPIERRE (R.), FRANCK (C.) - Apnée provoquée au cours de l'anoxémie par inhalation d'un mélange gazeux riche en oxygène.
C.R. Soc.Biol.1944, 138-255.
- GRANDPIERRE (R.) ,FRANCK (C.) - LEMAIRE (R.) - Effets des distensions intestinales brusques sur la circulation et la respiration.
C.R. Soc.Biol.août 1945, 142-1032.
- GRANDPIERRE (R.), FRANCK (C.), LEMAIRE - Les modifications du rythme cardiaque dans l'action paradoxale de l'oxygène.
C.R.Soc.Biol.août 1946, 142 : 1030.
- GRANDPIERRE (R.), FRANCK (C.), LEMAIRE (R.) - L'action de l'aioxémie hypocapnique sur les mécanismes vaso-moteurs mis en jeu par injections d'adrénaline.
C.R. Soc.Biol. 1949,T 143,n° 15-16 p.1103-05
- GRANDPIERRE (R.) FRANCK (C.) LEMAIRE (R.) VIOLETTE (F.) - Les modifications circulatoires et respiratoires provoquées par la respiration sous pression.
Rev.Méd.de Nancy, 1954, 79, 283-289 Mai.
- GRANDPIERRE (R.), FRANCK (C.), STANKOFF (E.) - Action de la vagotonine sur la sensibilité respiratoire en CO₂
C.R. Soc.Biol.Paris 1939.
- GRANDPIERRE (R.) FRANCK et VIOLETTE - L'évaluation de la pression du liquide céphalo-rachidien au cours de l'anoxémie hypocapnique et de la réoxygénation.
C.R. Soc.Biol.1952,146,15-16: 1246-7
- GRANDPIERRE (R.), FRANCK (C.), VIOLETTE (F.) - Modifications circulatoires entraînées par les variations rapides de pression intra-pulmonaire
C.R. Soc.Biol.1952,146 : 1248.
- GRANDPIERRE (R.) - L'enseignement de la machine aéronautique.
Presse Médicale 1946.
- GRANDPIERRE (R.), FRANCK (C.) - Action des anoxémies sur la motricité intestinale.
C.R.Acad.Sci. 1944 ,138,p.186.

GRANDPIERRE (R.), GROGNOT (P.) - Le syndrome général dû aux bruits.
34ème Congrès d'Hygiène Paris 25-27 Octobre 1954.

GRANDPIERRE (R.), VIOLETTE (F.), SENELAR (R.) - Etude du coefficient de fuite
et du rapport de pression critique dans les décompressions explosives.
J. Physiol. 1937, 49: 1180-182.

GROGNOT (P?) - Quelques effets physio-pathologiques provoqués au sol par l'action
d'ultra-sons. Réactions sanguines et circulatoires provoquées
par les vibrations ultra-sonores transmises par l'air.
Ass. des Phys. de langue française, 1952 .44 (2) 245-9.

GUILLAIN (G.) - Les examens médicaux et physiologiques du personnel navigant
dans l'aviation.
C.R. Soc. Biol. 1919. 82- 655-663.

GUILLEMARD (M.) - Observations faites au Mont-Blanc sur l'hyperglobulie des
altitudes.
C.R. Soc. Biol., 1904, 143-144.

GUILLEMARD (M.) et MOOG (R.) - Etude expérimentale sur les variations des échanges
respiratoires et de la deshydratation de l'organisme sous
l'action des climats de haute montagne.
J. Physiol. Path. Gén., 1910, 12 : 869-883.

HALLION et TISSOT - Recherches expérimentales sur l'influence des variations
rapides d'altitude sur les phénomènes chimiques et physiques de la
respiration à l'état de repos (recherches faites au cours d'une
ascension en ballon).
C.R. Soc. Biol. Paris 1901, 53 : 1030-1032.

HALLION et TISSOT - Recherches expérimentales sur l'influence des variations
rapides d'altitude sur les gaz du sang et sur la pression artérielle.
C.R. Soc. Biol. Paris 1901, 52, 1032.

HARPE (de la) - Le climat d'altitude.
1895.

HASSENFORDER - Rappel historique des origines, de la création, de la mise en
service de l'aviation sanitaire en France.
Méd. Aéro., 1er trimestre 1958, 13-1: 83-98.

HENOCQUE (A.) - Influence de l'ascension à 300 m. sur la réduction de l'hémo-
globine.
Arch. Physiol. pathol. 1889, 51.

HENOCQUE (A.) - Etude de l'activité de la réduction de l'oxyhémoglobine dans
les ascensions en ballon.
R.C. Soc. Biol. Paris, 1901, 53.

- HERMANN, BAILLY, MISSENARD - Variations de l'excitabilité réflexe des centres respiratoires au cours de la syncope anoxhémique. C
C.R. Soc.Biol., 1943, 547.
- HERMANN (H.), JOURDAN (F.) - L'évolution de la syncope respiratoire par dépression atmosphérique progressive.
Bill.Soc.Biol. 1942, 225.
- HERMANN, JOURDAN - Effets de la dépression barométrique progressive sur l'adrénalino-sécrétion.
C.R.Soc;Biol.1942,602.
- JACQUEMONT - " Voyage dans l'Himalaya"
1830.
- JOSUE (C.) - La pression artérielle des pilotes aviateurs.
C.R. Soc.Biol., Paris, 1919, 82.
- JOURDANET - " Les altitudes de l'Amérique tropicale comparées au niveau des mers au point de vue de la constitution médicale "
Paris, J.B. Baillière Fils,1886l.
- LAPICQUE (L.)- Hyperglobulie expérimentale.
C.R. Soc.Biol., 1895,47.
- LAPICQUE (L.) - Diminution de l'hémoglobine dans le sang central pendant les ascensions en ballon.
C.R. Soc.Biol. Paris 1904, 57 : 193.
- LAPICQUE - Phénomènes vaso-moteurs étudiés par le manomètre au cours d'une ascension en ballon.
C.R. Soc.Biol.Paris, 1904.
- LEMAIRE - Activité électrique du cerveau au cours de quelques syndromes observés en médecine aéronautique.
Méd.Aéro.fr.1947,Vol.2,n° 12 p.586-693.
- LEPRINCE-RINGUET (L.)- Les rayons cosmiques.
1945- Albin Michel
- LEONARD et GIORDAN - La pression veineuse périphérique en dépression atmosphérique (étude expérimentale).
J. Physiol.Path.Gén.1937.
- LEULIER DUCHE (Louis) - De aerostatibus medicinae applicanda
Thèse Montpellier, 1874.
- LORTET - Deux ascensions au Mont-Blanc en 1869. Recherches physiologiques sur le mal des montagnes.
Lyon Médical, 1869.

- MALASSEZ (J.) - de la perception des accélérations angulaires dans le maintien de l'équilibre et d'une forme particulière de vertige de rotation.
Bull.Soc.Biol., Paris 1930.
- MALMEJAC (J.) - Action physique de la dépression barométrique. Dégagement gazeux. Aéroembolie.
Méd.Aéro. fr. Mars-avril 1948.
- MALMEJAC (J.), CHARDON (C.), CALLEJA (A.) - Sur les productions d'embolies gazeuses aux hautes altitudes.
1er Congrès Nat.Avia.Fr. 1945.
- MALMEJAC (J.), CHARDON (G.), BOITEAU (M.), NEVERRE (C.) - Influence de l'anoxie sur le taux de potassium plasmique.
Méd.Aéro. 1956
- MALMEJAC, CHARDON, GROSS - Action vaso-motrice centrale du déficit en O₂ sur la circulation splanchnique.
C.R. Soc.Biol. 1949, 143: 846.
- MALMEJAC, CHARDON, NEVERRE - Sur les réactions adrénalino-sécrétrices dues à l'anoxie.
C.R. Soc.Biol. 1949, 143: 1526.
- MALMEJAC, CHARDON, NEVERRE - Influence de l'ischémie sur l'activité médullo-surrénale.
C.R. Soc. Biol. 1952.
- MALMEJAC (J.), CRUCK (S.), NEVERRE (C.) - Influence du déficit en oxygène sur l'équilibre protéique sanguin.
Bull.Acad.Nat.Méd. 10 février 1948.
- MALMEJAC (J.), CRUCK (S.), NEVERRE (C.) - Etude à l'aide de l'électrophorèse des modifications de l'équilibre sanguin en anoxie.
Méd.Aéro. 2ème trimestre, 1950.
- MALMEJAC (J.), CRUCK (S.), NEVERRE (C.) - Rôle de l'hyperthermie cutanée dans la production des accidents généraux dus aux hautes températures.
Méd.Aéro., 1952.
- MALMEJAC (J.) et PLANE (P.) - Effets de l'anoxie sur les aptitudes fonctionnelles corticales. Réactions d'adaptation.
C.R. Soc.Biol., 1951, p.1163
- MARCHAUX et NEPPER - Influence de l'intégrité de la muqueuse rhino-pharyngienne sur l'aptitude des aviateurs au vol.
C.R. Soc.Biol. 21 Juin 1916.

- MAUBLANC et RATIER - L'examen des pilotes par la méthode des réactions aux variations d'équilibre
C.R. Soc. Biol. Paris 1919, 82, 649-652.
- MERCIER - Influence du séjour dans les grandes altitudes sur le nombre des pulsations cardiaques.
C.R. Soc. Biol. Paris, 1894, 96.
- MERMOD - Etude de l'influence de l'altitude sur la fréquence des battements du coeur.
Sci. Nat. 1874, 75, 13.
- MUNIER (A.) - De l'importance de la recherche du réflexe oculo cardiaque chez l'aviateur.
Rev. Méd. Est. 1922, 50.
- PASCAL - " Traité de l'équilibre des liqueurs et de la pesanteur de la masse de l'air".
1663.
- PERDRIEL (G.) - Choriotinites cicatricielles et sélection du P.N..
Congrès européen de Médecine aéronautique, septembre 1957.
- PIERON (M.) - Une oeuvre psychologique de guerre, l'examen des aviateurs.
Ann. Psychol. 1917-19, 21 : 237-252.
- PIERY (M.), ENSELME et Mme PESCHERA (M.C.) - Etude expérimentale de l'influence biologique d'un séjour prolongé à l'altitude. Les modifications sanguines.
C.R. Acad. Sci. Paris 1939, 208 : 1441.
- PIERY et PAILHER (A.) - Urée sanguine et ascension en avion.
Lyon Médical 1922, 131 : 644-647.
- LE PILEUR (A.) - " Sur les phénomènes physiologiques qu'on observe en s'élevant à une certaine hauteur dans les Alpes".
C.R. Acad. Sci. Paris, 1845, 20 : 1199-1202.
- PLAS (F.), MISSENARD (A.R.) - L'épreuve d'anoxémie en caisson dans certaines cardiopathies. Son application en cardiologie aéronautique.
Arch. Mal. Coeur et Vaisseaux, juillet-août 1948, 41 : 333-44.
- PLAS (F.), TABUSSE (L.), MISSENARD (A.) - Comportement cardio-vasculaire en altitude.
Méd. Aéro. 1947, p. 275-301.
- ROBERTSON - Ascensions en ballon.
18 Juillet 1903.

- ROULIN - Observation sur la vitesse du pouls à différents degrés de pression atmosphérique et de température.
J. Physiol.Exp.Path.1826,6: 6-13.
- ROUGERIE (M.) - Quelques effets physiologiques de la respiration en surpression chez l'homme et chez l'animal.
Thèse 1954, Bordeaux, Colombes Typographie du Centre d'apprentissage 69, rue de l'Industrie.
- SOULAIRAC - Action de l'anoxie expérimentale sur l'activité électrique corticale du rat.
C.R. Acad.Sci.1952,134 (26) 2565-6.
- SOULIER (P.) - Modifications expérimentales de la résistance individuelle de certains animaux à l'action toxique de l'oxygène.
C.R. Soc.Biol.1939,130: 541-542.
- STRUMZA - Antihistaminiques de synthèse et résistance à l'anoxie.
La Méd.Aéro.1952 ,I (4): 534.
- STRUMZA - Les nouveaux procédés de resuscitation : oxygénation, massage du coeur et pratique de la défibrillation.
Presse Médicale: 1956 N° 8 p.171-172.
- STRUMZA (M.V.), BINET - Sur l'effet dépresseur respiratoire de l'inhalation brusque d'oxygène pur.
C.R. Soc.Biol., 1947, 141 : 3-5.
- STRUMZA (M.V.), et BINET - L'apnée par hyperthermie. Variations avec inhalation d'oxygène.
17ème Intern. Physiol.Congress, 1945, Oxford.
- STRUMZA (M.V.)-BOYER - Précis d'hygiène aéronautique.
Exp.Scienti. 1956. 278 p.
- STRUMZA, VERMOT et VESLEY - Sur les convulsions de l'altitude.
Congrès européen de médecine aéronautique, Stockholm 1957.
- TABUSSE - Transport aérien des malades du poumon.
Presse Médicale, 1951, 59,(27): 338-540.
- TABUSSE - Cinquante ans de médecine aéronautique.
Soc.de Méd.Mil.Fr.Nov. 1956,371.
- TISSANDIER (G.)- Une ascension au Mont-Blanc.
La Nature, Paris 1874.
- TISSANDIER (G.) - Ascension aérostatique sur le "Zenith". Acide carbonique de l'air, dosages exécutés à bord du ballon le "Zénith".
Nature, Paris, 1875.

- TISSOT (J.) - Action de la décompression sur la proportion des gaz contenus dans le sang.
S.R.Soc.Biol.Paris, 1902, 54, :687.
- TISSOT (J.) - Les combustions intraorganiques sont indépendantes de la proportion d'O₂ contenu dans le sang artériel. La respiration dans une atmosphère à oxygène fortement raréfié provoque un abaissement considérable du taux de l'oxygène dans le sang artériel mais ne modifie pas la valeur des échanges respiratoires.
C.R. Acad.Sci., 1904.
- TISSOT (J.) - Les phénomènes physiques et chimiques de la respiration à grandes altitudes.
C.R. Acad.Sci. Paris, 1904, 38, 115-117.
- TISSOT - Recherches expérimentales sur l'influence de la diminution progressive de la tension de l'oxygène de l'air atmosphérique sur les phénomènes mécaniques et chimiques de la respiration.
J. Physiol.Path.Gén., 1910, 491-507.
- VALLOT (J.) - Sur les modifications que subit l'hémoglobine du sang sous l'influence de la dépression atmosphérique.
C.R. Acad.Sci., Paris, 1901, 133.
- VALLOT (J.) - BAYEUX (R.) - Expériences faites au Mont Blanc en 1913 sur l'activité musculaire spontanée aux très hautes altitudes.
C.R. Acad.Sci.Paris, 1913, 157.
- VAQUEZ et QUISERNE - Du rôle de la rate dans la polyglobulie des altitudes.
C.R. Soc.Biol., Paris 1902, 54.
- VIAULT - Sur l'augmentation des globules rouges dans le sang des habitants des hauts-plateaux de l'Amérique du Sud.
C.R. Soc.Biol. 1890, 114: 1562-1563.
- VILLEMEN (P.) - Les réactions cardio-vasculaires passagères et permanentes dans l'aviation jugées par les critères d'entraînement.
C.R. Soc.Biol. Paris 1919, 82.
- VIOLETTE (F.) - Quelques effets physiologiques des décompressions explosives.
J. Physiol. 1954, 548.
- VIOLETTE (F.) - L'expansion de la cage thoracique au cours des décompressions explosives.
J. Physiol. 1956, 48: (3): 741

